
Septemb 1899
R W Gibson Invt

# ARCHIVES

DES

# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

GENEVE. — IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

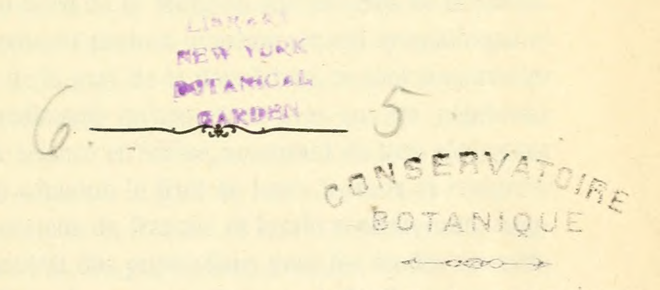
# ARCHIVES

DES

# SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME QUARANTE-CINQUIÈME




GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE — GEORGES BRIDEL, Place de la Louve, 1

PARIS — SANDOZ et FISCHBACHER, Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1872

# CINQUANTE-CINQUIÈME SESSION

DE LA

# SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

## RÉUNIE A FRIBOURG

les 19, 20 et 21 août 1872.

---

Ce n'est pas ici le lieu de donner un récit détaillé de la belle réception que notre Société a trouvée, il y a quelques jours, dans l'antique cité de Fribourg. Ces réunions, du reste, se ressemblent toutes plus ou moins et c'est même ce qui en fait un des principaux charmes. Qu'elles aient lieu aux pieds du Jura, dans les hautes vallées des Alpes, sur le Rhin, au bord de la Murg ou sur les rives de la Sarine, elles rencontrent partout le même accueil sympathique et empressé de la part de la population, ce sont toujours les mêmes sentiments qu'apportent avec eux les nombreux amis de la science en Suisse, accourant de tous côtés pour mettre en commun le fruit de leurs travaux et resserrer des liens anciens de franche et loyale confraternité. Augmenter l'intérêt des populations pour les études scientifiques, établir des rapports intimes et familiers entre savants s'occupant des mêmes branches, favoriser enfin certains travaux d'ensemble s'étendant à tout le pays, tel est le but que se proposaient les fondateurs de la Société helvétique des sciences naturelles, et on peut dire que ce but est largement atteint. Notre Société, l'aînée de toutes les institutions du même genre qui se sont créées depuis un certain nombre d'années dans divers pays, a eu cer-

tainement une influence marquée sur le développement des sciences physiques et naturelles en Suisse. A en juger par le nombre toujours croissant de ses adhérents, son rôle est loin d'être terminé.

La réunion de cette année-ci, présidée par M. le docteur Thurler, a été nombreuse et animée, les séances ont présenté un intérêt véritable par la quantité et l'importance des travaux qui y ont été communiqués. La séance d'ouverture a eu lieu le lundi 19 août, on y a entendu outre le discours du président un certain nombre de rapports et de communications d'un intérêt plus général, les travaux spéciaux étant réservés pour les séances particulières des sections fixées au lendemain, enfin le troisième jour la session s'est terminée, suivant l'usage, par une assemblée générale dans laquelle furent faites encore quelques communications de nature à intéresser l'ensemble de la Société. Nous donnons dans les pages qui suivent un compte rendu succinct des travaux présentés dans le cours de la session, en les groupant suivant les branches de la science auxquelles ils se rapportent et sans faire de distinction entre les différentes séances.

Nous tenons à exprimer ici notre vive reconnaissance à nos hôtes Fribourgeois pour leur large et gracieuse hospitalité. Nous adressons aussi nos remerciements aux personnes qui ont bien voulu nous prêter leur concours pour les différentes portions de ce compte rendu, et parmi lesquelles nous citerons M. Gilliéron, qui s'est chargé de toute la partie géologique, ainsi que MM. Volpicelli, Galopin, Humbert, Forel, Lombard et Müller, qui nous ont fourni les notes nécessaires pour rendre cet exposé suffisamment complet.

---

## PHYSIQUE.

M. *Volpicelli,* le célèbre professeur de physique à l'Université de Rome, communique une note sur l'électricité atmosphérique et la meilleure méthode à adopter pour l'étude de cette question [1].

Les physiciens ont employé deux méthodes d'expérimentation complétement différentes l'une de l'autre pour connaître à chaque instant la qualité et la quantité de l'électricité de l'atmosphère.

La première de ces méthodes, celle de Franklin, consiste dans l'emploi d'une tige métallique fixe et bien isolée, reliée à un électromètre au moyen d'un fil métallique.

La seconde, celle de Peltier, consiste à lancer dans l'atmosphère, quand on veut étudier son état électrique, une pointe métallique également reliée à un électroscope.

M. Volpicelli a fait des observations prolongées en employant simultanément ces deux méthodes différentes, et en choisissant pour cela des jours où l'atmosphère était suffisamment calme. Mais il les a toujours trouvées en contradiction pour ce qui regarde la quantité et souvent même pour ce qui a rapport à la qualité de l'électricité qu'elles indiquent. Il a reconnu que dans les jours où *l'air n'est pas trop agité,* dans des circonstances semblables et dans le même temps, la tige qui s'élève fournit une quantité d'électricité plus abondante que la tige fixe. Il a vu en outre la tige montante manifester de l'électricité positive quand la tige fixe donnait de l'électricité négative.

On voit que l'une ou l'autre de ces deux méthodes est

[1] La note qu'on va lire nous a été communiquée par l'auteur lui-même.

fausse, et il s'agit de reconnaître laquelle est la bonne. L'expérience a montré que la terre est un corps électrisé négativement. Il suit de là, par suite de l'influence électro-négative de la terre, que tout corps conducteur isolé s'électrise positivement lorsqu'il s'élève dans l'atmosphère et devient au contraire négatif quand il descend. Les indications données par une tige métallique lancée en l'air sont donc modifiées par l'influence de la terre et ne permettent pas de déterminer l'électricité de l'atmosphère ambiant qui est celle qu'on leur demande. La tige fixe de Franklin a au contraire l'avantage de n'être pas troublée dans ses indications électro-atmosphériques par cette influence.

On peut démontrer de diverses manières qu'un corps conducteur isolé donne de l'électricité positive lorsqu'il s'élève dans l'atmosphère, et de la négative lorsqu'il descend. Supposons, par exemple, que la tige fixe fournisse de l'électricité négative, on pourra alors amener sur cette tige une flamme et immédiatement l'appareil indiquera l'électricité positive. La flamme produit un courant d'air ascendant qui, par suite même de son mouvement et sous l'influence de la terre, donne de l'électricité positive neutralisant et au delà la négative de l'atmosphère jusqu'à charger positivement la pointe de la tige fixe.

Parfois, pour obtenir ce changement de l'électricité négative en positive, il est nécessaire d'avoir une flamme d'un haut pouvoir calorifique et alors on employera avec succès la flamme d'un éolipile à alcool.

Faisant ensuite descendre cette même flamme, après l'avoir fait communiquer avec le sol, on peut obtenir trois manifestations électriques différentes. Si la flamme n'est pas très-forte, on aura de l'électricité —; si la flamme est

plus chaude on n'aura point d'électricité du tout; si la flamme est très-intense on aura de l'électricité +. Ces trois différents effets s'expliquent facilement comme résultant de deux actions opposées, c'est-à-dire production d'électricité positive par le courant d'air ascendant et production de négative par suite de l'influence de la terre sur la flamme qui descend.

M. Volpicelli conclut de ses expériences que pour les recherches sur l'électricité de l'atmosphère la tige métallique fixe de Franklin, bien isolée, doit être préférée à la tige qui s'élève, et que cette dernière doit être même complétement abandonnée pour ce genre de recherches comme donnant des résultats faux.

M. *Müller,* professeur à l'Université de Fribourg, en Brisgau, rend compte des expériences qu'il vient d'exécuter au glacier inférieur de Grindelwald, sur les propriétés optiques de la glace des glaciers. Ses observations ont confirmé partiellement les résultats obtenus par MM. Grad et Dupré, savoir que des lamelles minces de glace coupées horizontalement au bas du glacier donnent dans l'appareil de Norremberg des systèmes d'anneaux colorés avec croix obscure. Cette propriété, du reste, ne se trouve que dans certains points isolés de la lamelle, encore les systèmes d'anneaux sont-ils toujours plus ou moins incomplets, ce qui s'explique suffisamment par la structure irrégulière de la glace des glaciers dans laquelle on ne peut nécessairement trouver que des traces lointaines du mode de formation primitif. Les tranches verticales n'ont jamais donné d'anneaux colorés.

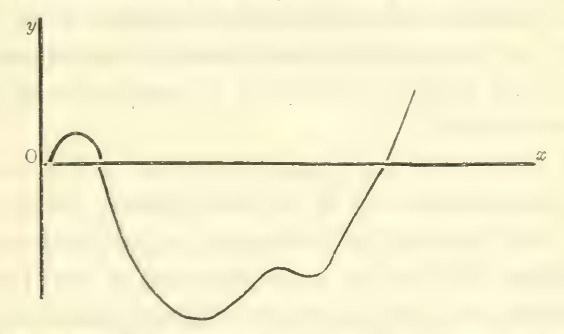
M. *Louis Dufour* communique les principaux résultats d'un important travail qu'il vient d'exécuter sur la diffusion des gaz à travers les parois poreuses et les variations

de température qui l'accompagnent. Il a étudié, entre autres, le cas de l'hydrogène et de l'air, de l'air et de l'acide carbonique. Il distingue dans ses recherches la diffusion à pression constante et la diffusion avec changement de pression. Le vase poreux renfermant le gaz à diffusion plus lente, l'air ou l'acide carbonique, par exemple, contient, en outre, un thermomètre très-sensible et plonge dans un vase fermé dans lequel on fait circuler l'autre gaz, l'hydrogène ou l'air. Un tube de verre traversant le bouchon qui ferme le vase poreux le fait communiquer tantôt avec l'air libre (pression constante), tantôt avec un manomètre; le tout est entouré d'une double enveloppe isolante de coton. On observe le thermomètre à distance à l'aide d'un cathétomètre.

1° Diffusion à pression constante. — Au début de l'expérience (nous considérons, par exemple, le cas de l'hydrogène et de l'air) on commence par amener de l'air autour de la paroi poreuse comme dans l'intérieur, pour établir l'équilibre de température; puis on fait circuler de l'hydrogène et on voit alors baisser le thermomètre dans l'intérieur de la paroi. Un grand nombre d'expériences ont montré qu'il y a toujours élévation de température du côté de la diffusion entrante et abaissement de température du côté où le gaz diffusant ressort de la paroi. M. Dufour croit que ce changement de température ne s'accomplit pas dans toute la masse gazeuse, mais seulement à la surface de la paroi poreuse; il se représente que du côté où le gaz entre il y a condensation, compression, partant développement de chaleur, et de l'autre, au contraire, expansion du gaz, par suite absorption de chaleur.

2° Diffusion avec changement de pression. — Dans ce

cas le phénomène est compliqué des variations que la température subit avec la pression. Lorsque le gaz diffusant entre dans le vase poreux, le thermomètre qui s'y trouve indique d'abord une petite élévation de température résultant d'une augmentation de pression rapide, il baisse après cela d'une quantité beaucoup plus grande (un dixième de degré, par exemple), recommence ensuite à monter lentement, baisse de nouveau par suite de la sortie de l'autre gaz et de la raréfaction qui se produit, puis monte enfin très-notablement conformément à ce qui a été observé plus haut dans le cas plus simple où la pression reste constante. La marche du thermomètre, dans ce second cas, est indiquée par la figure ci-jointe, les temps étant les abscisses et les températures les ordonnées.




M. Dufour a étudié en outre un cas nouveau, celui de la diffusion entre l'air sec et l'air humide. Il a reconnu qu'il y a toujours diffusion entre deux airs à des degrés d'humidité différents, et il a observé que, contrairement à ce qu'on aurait pu prévoir en vertu de la loi de Graham (la vapeur d'eau étant plus légère que l'air), cette diffusion a lieu de l'air sec à l'air humide. La loi de variation de la température dans ce cas est conforme à ce que M. Dufour avait observé précédemment dans le cas de deux gaz : elle est

contraire à celle que ferait supposer un manomètre communiquant avec le vase poreux. La diffusion entre deux airs qui ne présentent pas le même degré d'humidité se démontre très-facilement à l'aide des expériences ordinaires avec l'emploi d'un manomètre à eau. Le phénomène est même si sensible que M. Dufour estime qu'il pourrait renfermer le principe d'un hygromètre. Il est en outre évident qu'il doit avoir de nombreuses applications dans le monde organique, car il doit déterminer constamment des courants gazeux à travers les parois poreuses des végétaux et des animaux.

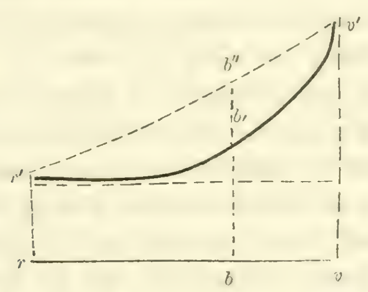
M. *Reichert* présente un nouveau thermorégulateur consistant essentiellement en un thermomètre à grand réservoir qui plonge dans un bain d'eau ou d'huile à maintenir à une température constante, l'ascension du mercure de ce thermomètre interrompant l'arrivée du gaz d'éclairage au brûleur à l'instant où la température dépasse la limite voulue.

M. *de la Rive* rend compte du travail qu'il a exécuté avec la collaboration de M. *Édouard Sarasin,* sur la rotation de la décharge électrique dans les gaz raréfiés sous l'influence d'un aimant et particulièrement sur l'action mécanique que peut exercer cette décharge dans son mouvement de rotation. Ce travail devant paraître prochainement dans les *Archives,* nous ne nous y arrêtons pas ici.

M. *E. Hagenbach,* de Bâle, expose les principaux résultats de ses belles recherches sur la fluorescence; nous n'insistons pas ici sur ce travail qui a déjà paru *in extenso* dans les *Annales de Poggendorff*[1], et que nous reproduirons dans un de nos prochains numéros.

[1] *Poggend. Annalen*, tome CXLVI, p. 65-90; p. 232-257; p. 375-406; p. 508-538.

M. *Mousson* décrit une méthode pour mesurer la dispersion dans les différentes parties du spectre fourni par un prisme ou un spectroscope quelconque. La dispersion varie, on le sait, dans les différentes portions du spectre obtenu avec un prisme, elle croit beaucoup moins rapidement dans le rouge, beaucoup plus rapidement dans le violet. La loi, suivant laquelle elle varie, change suivant les différents prismes et les différentes substances. M. Mousson propose un procédé fort simple à l'aide duquel on pourra déterminer directement cette loi pour chaque spectroscope. Elle consiste à observer avec ce spectroscope le spectre *r b v* donné par un réseau de diffraction dont les traits doivent être verticaux si les arêtes du prisme sont horizontales. On obtient ainsi un spectre curviligne *r′b′v′* ; et on relève exactement cette courbe, qui est la représentation graphique de la loi cherchée.




Deux réseaux de diffraction croisés donnent par suite de considerations faciles à établir un spectre secondaire rectiligne *r′ b″v′*.

M. *Volpicelli* a fait dans la séance générale de clôture une communication sur l'induction électrostatique:

Lorsqu'une source d'électricité positive, par exemple, est mise en présence d'un cylindre métallique isolé, l'extrémité A de ce cylindre voisine de la source se charge

d'électricité négative et l'extrémité B d'électricité positive; un électroscope placé en A indique la présence de l'électricité par la divergence des feuilles d'or. Mais cette divergence, suivant M. Volpicelli (d'après une idée qui remonte à Melloni), n'est point due à la communication de l'électricité négative de A, mais bien à l'action directe de la source; car si l'on entoure les feuilles d'un verre mouillé, corps conducteur qui s'oppose à l'induction électrique, on voit la divergence diminuer considérablement; de plus, elle s'annulle entièrement lorsqu'on fait communiquer B avec le sol, ce qui, comme on le sait, augmente la tension électrique de A et devrait, par conséquent, augmenter la divergence, si la théorie généralement admise était vraie.

M. Volpicelli estime donc que la divergence montrée par les feuilles d'or appliquées à l'extrémité du cylindre métallique induit et isolé qui est la plus rapprochée de l'inductrice provient en *majeure partie* de l'induction appelée par Faraday *curvilinea* et le reste de l'électricité du même nom que l'inductrice. Il admet, en outre, que cette électricité induite de seconde espèce se trouve répandue partout sur le cylindre induit et isolé, comme on peut le démontrer d'une manière évidente avec un petit carreau d'épreuve. Enfin, il conclut encore que l'électricité induite de première espèce, c'est-à-dire celle qui est contraire à l'électricité inductrice, ne possède aucune tension.

M. Volpicelli fait aussi remarquer qu'il y a toujours quelques traces d'électricité à l'intérieur des corps électrisés, ce qui du reste est une conséquence nécessaire de la continuité qui se retrouve partout dans les phénomènes naturels.

---

## GÉOLOGIE.

La géologie est maintenant la branche de l'histoire naturelle qui est la plus cultivée en Suisse. Malgré son peu d'étendue, ce pays offre un champ d'observations des plus variés dans ses chaînes du Jura et des Alpes; il est peu de questions importantes dont la solution ne puisse être cherchée dans ces montagnes; aussi trouve-t-on beaucoup de noms suisses parmi les savants qui ont fait successivement avancer cette science. Depuis plus de dix ans, les études géologiques ont reçu du reste une grande impulsion chez nous par les subsides que la Confédération leur accorde; chaque année une allocation de l'État favorise les recherches d'un certain nombre de géologues et l'étude d'une nouvelle partie du territoire. On sait que ces travaux sont publiés par les soins d'une Commission spéciale de la Société des Sciences naturelles; mais ce qu'on connaît peut-être moins, c'est le désintéressement avec lequel les membres de cette Commission s'acquittent de leur tâche. Ils cherchent à mettre une certaine unité dans les travaux; mais il n'y a dans leur sein aucune influence qui s'impose, aucune autorité qui cherche à faire prévaloir une théorie plutôt qu'une autre, ou à retirer quelque honneur de travaux faits par les géologues qui travaillent sous sa direction. Peut-être qu'on n'en pourrait pas dire autant de toutes les entreprises de ce genre, qui reposent sur la collaboration d'un grand nombre de travailleurs.

A la réunion de Fribourg la section de géologie a été aussi nombreuse que d'habitude; mais elle était sous l'impression d'un sentiment qui s'était déjà fait jour dans la séance générale et au banquet de la veille, celui de la perte de deux hommes qu'elle était habituée à voir ap-

porter la lumière dans les questions dont elle s'occupe: F.-J. Pictet, le paléontologiste éminent auquel nous devons de si magnifiques études, et Escher de la Linth, le stratigraphe habile et persévérant, qui publiait peu lui-même, mais qui ouvrait le trésor de ses observations à tout le monde avec la plus grande libéralité. En revanche, nous avions la joie de voir au milieu de nous deux doyens de la science, MM. Studer et Merian.

Nous commencerons ce compte rendu par les communications qui ont été faites dans les séances générales.

M. *Alph. Favre* a donné lecture de son rapport annuel sur l'étude du terrain glaciaire et la conservation des blocs erratiques en Suisse. Cette année il n'a reçu qu'un petit nombre de communications sur ce sujet; l'une d'elles se rapporte aux phénomènes erratiques des bords du lac des Quatre-Cantons, qui ont été étudiés avec beaucoup de soin, surtout sur les flancs du Righi; l'autre constate la présence d'un bloc de poudingue de Valorsine au-dessus de Châtel Saint-Denis, à une altitude de 1380 mètres, ce qui fixe la hauteur à laquelle le glacier du Rhône s'est élevé dans cette contrée. Une nouvelle lettre adressée par la Commission géologique aux gouvernements cantonaux afin de les engager à prendre des mesures pour la conservation des blocs erratiques remarquables, a reçu des réponses favorables d'un bon nombre d'entre eux. En outre M. Favre a indiqué de nouveaux blocs dont la conservation a été assurée dans le courant de cette année.

Vers la fin de la seconde séance générale, on a annoncé que M. *Studer* avait déposé un rapport sur les publications et les travaux relatifs à la Carte géologique de la Suisse; malheureusement le temps a manqué pour en donner lecture, et nous sommes ainsi obligés de le passer sous silence.

Dans la première séance, M. *V. Gross* a mis sous les yeux des assistants une série d'objets provenant des habitations lacustres du lac de Bienne, dignes d'attirer l'attention même des personnes qui ont vu les plus riches collections de ce genre. M. *Desor* a dit quelques mots sur les pièces les plus remarquables. Un mors de cheval presque complet provient de la station de Mörigen, qui était déjà connue et qui appartient à l'âge du bronze: jusqu'à présent on ne connaissait qu'un fragment d'une pièce pareille. Des incrustations en fer sur un couteau de bronze viennent confirmer ce que l'on savait déjà, savoir que, lors de son apparition, le fer était considéré comme un métal très-précieux. La station de Locraz (Lüscherz) de l'âge de la pierre a été découverte par M. Gross: elle a fourni des haches en néphrite et en jadéite d'une grandeur telle qu'on n'en a jamais rencontré dans les habitations lacustres. On sait que ces roches ne se trouvent pas en Europe; aussi on se demande s'il faut admettre que les lacustres les recevaient par un commerce avec l'Asie, ou si les rares instruments qui en sont faits étaient conservés avec soin dans les familles depuis l'époque de l'émigration.

Dans la première séance générale, et ensuite dans la section de géologie, M. *Henri de Saussure* a intéressé l'assemblée par son étude sur les effets de la dernière éruption du Vésuve et sur le Jorullo, où il a eu l'occasion de rectifier quelques-unes des observations faites par ses devanciers. Il nous serait difficile de reproduire ici les explications de M. de Saussure, qui ont été données sur des plans et des vues qu'une description ne saurait remplacer. Le cône existant avant la dernière éruption du Vésuve, a été en partie détruit, et il y a maintenant deux cratères,

dont l'un provient probablement d'un petit cône adventif, qui existait auparavant. Un autre effet de l'éruption a été la formation d'une fente qui coupe toute la montagne. Il résulte des études sur le Jorullo, volcan d'origine toute récente, que le soulèvement des roches préexistantes ne joue point de rôle dans la formation de ce genre de montagnes, et que leur masse tout entière provient des déjections sorties de l'intérieur de la terre. Ce que l'on avait pris pour des terrains soulevés n'est qu'une forme particulière de l'extrémité des courants de laves. Le cratère du Jorullo subit des effondrements que M. de Saussure a pu constater, en comparant l'état actuel avec les observations faites successivement par Humboldt et Schleiden.

M. *Gilliéron* a donné dans la séance générale une description géologique des Alpes de Fribourg. Quoique présentant des formations de même âge, les quatre chaînes qu'on y trouve ont des caractères pétrographiques et paléontologiques spéciaux, par conséquent lors du dépôt des couches, les changements dans la profondeur de la mer devaient être considérables en allant du nord-ouest au sud-est. L'auteur de la communication s'est encore attaché à montrer qu'il y a des terrains dont la faune présente les mêmes caractères que celles des formations de l'Europe centrale, tandis que d'autres faunes ne se retrouvent que dans les Alpes et les Carpathes, et peuvent porter le nom de méditerranéennes. Dans la section de géologie il a donné, à l'invitation de M. Desor, des détails plus spéciaux sur la position stratigraphique de calcaires et de schistes rouges dont l'âge est un objet de contestation; suivant lui ils ne peuvent appartenir qu'aux terrains crétacés, car dans les chaînes de la Berra et du Ganterist ils sont entre le néocomien et le flysch. M. P.

Merian a déjà rapporté à la craie un inocérame et une encrine de Wimmis, où les couches rouges sont dans une position stratigraphique moins claire.

M. *Desor*, qui a étudié dernièrement les échinides de ces assises, qu'on lui a envoyés de différents côtés, est en mesure d'affirmer qu'ils indiquent la présence de la craie supérieure; la détermination spécifique fût-elle contestable, et elle ne l'est pas pour tous, le fait qu'ils appartiennent aux genres exclusivement crétacés des Micraster et des Cardiaster, ne laisse pas de doute sur la classification du terrain qui les renferme.

M. *de Fischer-Ooster* demande si dans un des profils de M. Gilliéron il n'y aurait pas moyen d'admettre que le flysch indique le commencement d'une nouvelle chaîne, et de lui assigner ainsi une plus grande ancienneté. M. Gilliéron ne le pense pas, parce que cette formation est en forme d'U dans les couches rouges et le néocomien.

La section de géologie a eu deux séances le mardi et le mercredi matin, d'abord sous la présidence de M. Desor, puis sous celle de M. C. Brunner de Wattenwyl.

M. *S. Chavannes* a communiqué le résultat de ses recherches sur les gypses, les cargneules et les dolomies des Alpes vaudoises, dont il a fait une étude toute spéciale. Son exposé est accompagné d'une quantité d'échantillons qu'il met en circulation. Le gypse se présente sous les terrains jurassiques crétacés et tertiaires; il n'est donc pas exclusivement triasique. Il provient de différents terrains transformés, car on y trouve des fragments intacts des couches dont le reste a été modifié ; il y a même du flysch et du grès de Taviglianaz. La dolomie est du calcaire qui a été transformé après l'époque où le soulèvement lui a donné la position que nous lui voyons actuel-

lement. Quant à la cargneule, il faut en distinguer trois espèces. Celle des *failles et des escarpements* provient de la décomposition de la dolomie; souvent elle est entièrement composée de fragments de cette dernière roche. La seconde espèce, la *cargneule des cols*, a la même origine que la première; mais il s'y est mêlé des fragments tombés du gypse et des pentes voisines, ainsi sa formation doit être post-tertiaire. La troisième espèce de cargneule, celle des *ravins*, est toute moderne, et renferme des morceaux de toutes les roches des montagnes environnantes.

M. *Studer* fait remarquer que M. Chavannes a été conduit par ses recherches à revenir aux idées des anciens géologues, qui considéraient comme métamorphiques les trois roches dont il a parlé. M. C. Brunner les envisageait aussi comme telles. Ce qui ressort le plus évidemment de l'exposé de M. Chavannes, c'est qu'il y a des cargneules de différents âges; par conséquent, il ne convient guère de les envisager toutes comme triasiques, ainsi qu'on est en train de le faire. En agissant ainsi on risque fort d'introduire dans nos cartes géologiques des erreurs qui seront reconnues plus tard.

M. *Alph. Favre* ne veut pas contester qu'il ne puisse y avoir des cargneules de différents âges; mais il démontre par les coupes du Grammont et d'autres localités des Alpes de la Savoie, qu'il y a de la cargneule qui est certainement sous les couches rhétiennes ou infra-liasiques. Les mêmes observations ont été faites après lui par beaucoup de géologues français, notamment par M. Hébert. Il y a aussi des massifs de cargneule dans des terrains très-anciens dont l'âge n'est pas fixé. Quant à l'origine de cette roche, elle provient de la décomposition de la dolomie, mais toutes les dolomies n'en ont pas produit. Du reste, il

n'est guère possible d'admettre qu'il y en ait de différentes espèces; en étudiant cette roche il faut faire attention qu'il y a des tufs qui lui ressemblent singulièrement.

Pour ce qui concerne le gypse on est obligé d'admettre qu'il a passé par l'intermédiaire de l'anhydrite, car, quand on pénètre dans la profondeur, c'est à cet état qu'on le trouve.

M. *Chavannes* ne conteste pas la position infra-rhétienne de la cargneule telle que vient de la démontrer M. Favre; mais il insiste sur le fait que cette roche est métamorphique, et qu'elle nous indique la direction des soulèvements.

M. *Gillièron* a reconnu dans les chaînes des deux flancs du Simmenthal une cargneule infra-rhétienne, une autre dont la position est moins sûre, mais qui paraît être infra-kimméridienne et une troisième qui est sous le flysch.

M. *Renevier* a étudié dernièrement encore la question dans les mêmes localités que M. Chavannes, et il donne entièrement raison à M. Favre. Le terme de cargneule a pris maintenant un sens géologique; aussi ne voudrait-il pas appeler cargneule, quoiqu'elles en aient la structure, des roches qui se trouvent dans le haut des terrains jurassiques, dans les cantons de Neuchâtel et de Vaud. Pour lui les gypses sont stratifiés et inférieurs au rhétien, de même que la cargneule; on peut s'en convaincre en suivant les zones de ces roches qu'on rencontre dans les Alpes vaudoises, et qui se trouvent toujours dans la même position.

M. *Ernest Favre* met sous les yeux de la section des profils des Alpes vaudoises et fribourgeoises qu'il vient d'étudier. Le principal de ces profils s'étend de Château d'Oex au Niremont, et traverse ainsi plusieurs chaînes. En

parcourant successivement la série des formations de ces montagnes, M. Favre donne des détails sur chacune d'elles, en insistant particulièrement sur les divisions dont l'âge est contesté; il a reconnu que dans ces régions la cargneule et le gypse sont triasiques; les terrains jurassiques se terminent par des couches identiques à celles de Wimmis et contiennent la même faune; les calcaires et schistes rouges les surmontent et se trouvent entre le tithonique et le flysch en formant plusieurs plis sous cette dernière formation.

M. *Ch. Vogt* communique à la section les résultats de son étude microscopique des roches. Une des questions qu'il s'agit de résoudre est celle de savoir si le microscope peut faire reconnaître qu'une roche a été à l'état igné ou non. M. Vogelsang a trouvé que les roches volcaniques présentent ce qu'il a appelé la *structure fluidale,* structure résultant de la disposition de microlites de cristaux disséminés dans la masse vitreuse, et entourant les cristaux plus gros qui sont préformés dans la lave. Cette structure fluidale se trouve aussi dans les porphyres et démontrerait, par conséquent, leur origine ignée. Or, en examinant les dépôts siliceux du Geyser, M. Vogt y a reconnu cette même structure, ainsi elle n'appartient pas exclusivement aux roches ignées, mais aussi à celles dont l'origine est aqueuse, pourvu qu'elles aient été à l'état visqueux.

Dans son étude des roches volcaniques, M. Vogt a reconnu que les trachytes, les basaltes et les laves présentent des caractères communs. Il y a dans les laves des cristaux préformés, puisqu'ils sont émoussés, fissurés, pénétrés par la matière vitreuse, mais tous les cristaux ne sont pas dans ce cas comme le pensait M. Stoppani. Quant aux porphyres il n'y a pas de caractère qui les rapproche des laves d'une manière indubitable.

Les membres de la section examinent les préparations que M. Vogt leur soumet successivement.

M. *Lébert* met sous les yeux de la société une magnifique série d'échantillons d'ambre, et il expose les résultats de ses recherches sur cette substance. C'est dans l'ambre de Sicile qu'il a d'abord observé la fluorescence, ensuite il l'a trouvée dans celui de la Baltique ; on peut envisager comme type du phénomène dans cette substance la fluorescence du pétrole. La collection de M. Lébert renferme des séries qui présentent toutes les variations de coloration et de transparence ; il ajoute des détails sur l'emploi particulier de chaque variété et les préférences qu'on leur donne en différents pays. Pour les naturalistes, les échantillons les plus intéressants sont les fragments des conifères d'où provient la matière, un morceau renfermant une bulle d'air mobile dans une goutte d'eau, et un grand nombre d'autres où l'on voit des insectes d'une parfaite conservation.

M. *François Forel* montre une photographie de l'homme fossile de Menton qui le représente dans la position où on l'a trouvé. Il paraît que cet homme n'a pas été enseveli par un éboulement, mais qu'il a dû être enterré par les survivants. Comme on ne rend guère les derniers devoirs dans les demeures, on peut en conclure qu'il appartenait à une horde nomade de l'âge du renne ; qui n'habitait pas la caverne, mais y passait peut-être de temps en temps et il a été enseveli à l'endroit où il est mort.

M. *Vouga* fait remarquer que cet homme était sous une terre pulvérulente, qu'on retrouve aussi dans les *baumes* neuchâteloises où il y a des antiquités. Comme on peut attribuer la formation de cette terre à un lichen très-calcivore qui croît dans les grottes, il y aura peut-

être là un moyen de faire des supputations d'âge en comparant les différentes épaisseurs qu'elle a atteint; en appliquant ce procédé dans ce cas particulier, l'homme de Menton appartiendrait à une époque quatre fois plus reculée que celle des habitations lacustres.

M. *Vogt* cite un cas qui montrerait qu'il est souvent difficile de tirer des conclusions de la position d'un squelette.

M. *Desor* demande à M. Forel s'il peut dire quelque chose de l'opinion qui a été émise que cet homme appartient à un type nègre. M. Forel répond qu'il n'a pas pu examiner le crâne.

M. *Desor* propose à l'assemblée d'adopter le nom de *genou* (Knie) pour désigner une structure particulière des couches recourbées ou voûtes, dans laquelle les assises ne sont pas anticlinales, mais plongent du même côté. Ordinairement il y a un escarpement sur le versant où les couches sont renversées; Thurmann disait alors que les chaînes avaient le regard français ou le regard suisse. Du côté extérieur des genoux il y a souvent des glissements qui se sont produits sur des couches de marnes, et dans ce cas on peut croire à l'existence de failles. On en a des exemples dans le tunnel des Loges et dans les terrains crétacés du Val-de-Travers, notamment dans la région des mines d'asphalte.

M. *Jaccard* fait observer que pour le Val-de-Travers il avait déjà renoncé à l'expression de faille, qu'il reconnaissait mal appropriée à ce genre d'accident, et proposé, pour la ligne de rupture des couches, l'expression de *zone de froissement*.

M. *Mœsch* montre que la structure en genou explique les profils du Jura bâlois mieux qu'on n'a pu le faire

jusqu'à présent; on avait admis dans de grands massifs de calcaire conchylien des failles et des refoulements là où l'étude détaillée des couches montre qu'il y a plutôt contournement en genou. M. Mœsch donne encore un profil du tunnel que l'on perce au Bœtzberg; la montagne présente une structure très-compliquée, qu'il était fort difficile de déchiffrer tant que l'on ne connaissait que les affleurements de la surface.

M. *Jaccard* communique ses nouvelles observations sur l'origine de l'asphalte et des bitumes, sujet qui a déjà fait l'objet des discussions de la société à Einsiedeln. Il présente des échantillons de diverses localités du Jura neuchâtelois et vaudois et des environs de Bellegarde. Il conclut en disant que l'origine animale de l'asphalte lui paraît incontestable, mais que dans bien des cas il faut admettre que le bitume provenant de la décomposition des mollusques, a surnagé à la surface des bassins. Lorsqu'il a rencontré certaines roches spongieuses (molasse, calcaire, etc.), il s'est combiné avec elle et a formé les couches asphaltiques ou bitumineuses. Lorsqu'au contraire il a rencontré des couches compactes, il n'a fait que pénétrer dans les fissures.

A la demande de M. *de Loriol,* M. Jaccard applique sa manière de voir à l'asphalte qu'on rencontre à Soleure.

M. Sandberger, n'ayant pas pu venir à Fribourg, a chargé M. *de Loriol* d'exprimer à ses amis de la Suisse toute son affection, et les regrets particuliers qu'il éprouve de la mort de M. Escher.

M. *de Loriol* saisit cette occasion pour dire quelques mots du magnifique ouvrage que publie M. Sandberger : *Die Land- und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt ;* c'est l'histoire des coquilles terrestres et fluviatiles de toutes

les formations géologiques. L'auteur s'attache à rapprocher les espèces éteintes de celles qui vivent actuellement. Il nous fournira des aperçus nouveaux sur l'aspect des continents, leur faune et leur climat. Ce qui est remarquable, c'est que les genres montrent une durée extraordinaire et persistent pour la plupart jusque dans la période actuelle. Ainsi on ne connaît que deux espèces de l'époque carbonifère, et elles appartiennent à deux genres actuellement vivants. La publication de M. Sandberger en est maintenant aux terrains tertiaires.

M. *Neinhaus* met sous les yeux de la société des plantes fossiles de la mollasse de Châtel Saint-Denis, et présente une coupe qui montre la position des couches qui les renferme dans le poudingue de cette région. M. *de Fischer-Ooster* indique les noms de quelques-unes de ces plantes. M. *Renevier* ajoute qu'elles appartiennent à la partie inférieure de la mollasse d'eau douce, et qu'on les retrouve dans les mines de charbon de la contrée.

M. *Ritter* décrit les fissures qu'on remarque dans des couches de calcaire compact, en retrait les unes sur les autres, dans la cluse du Seyon au-dessus de Neuchâtel. Elles se présentent dans chaque assise sous la ligne où le banc supérieur montre sa tranche. Il s'agissait de percer dans ces calcaires un tunnel pour la conduite des eaux destinées à alimenter la ville de Neuchâtel; le travail était long et coûteux. Ayant remarqué que ces fissures le facilitaient beaucoup, M. Ritter changea la direction du tunnel; il l'établit en suivant sur un parcours aussi long que possible la fissure d'un premier banc; en faisant un coude on passait après au second banc et ainsi de suite. La longueur du tunnel en a été augmentée, malgré cela il a été établi à bien meilleur marché qu'on n'aurait pu le faire

d'après le premier projet. M. Ritter attribue la formation de ces fissures régulières à la diminution de pression qui a eu lieu lors du soulèvement des couches.

Au commencement de la seconde séance, M. *Denzler*, directeur du cadastre à Soleure, expose une série de photographies de rochers qu'il a fait exécuter, parce que le dessin des accidents du sol laisse toujours beaucoup à désirer dans les travaux des géomètres, qui n'ont ordinairement pas fait d'études spéciales sur ce point. On peut déduire de ces photographies une représentation des rochers en projection horizontale. M. Denzler a obtenu ainsi une série de dessins qui peut servir de modèle aux géomètres.

M. *Mœsch* dessine un profil du Wäggithal au Frohnalpstock dans les cantons de Schwytz et de Glaris. Cette région a d'abord été étudiée par M. Escher, ensuite par M. Mœsch, qui y a trouvé l'étage tithonique qu'on avait méconnu. Ce profil présente des répétitions successives de la même série de couches, répétition qui provient de contournements compliqués que M. Mœsch désigne sous le nom de *Schlingen*.

M. *Ernest Favre* a étudié le profil des Ralligstöcke, qui a déjà exercé la sagacité de tant de géologues. Il n'a pas la prétention de résoudre tous les problèmes que présente cette région, mais il y a des points sur lesquels il peut jeter quelque lumière. Les fossiles rapportés par M. Ooster à la craie supérieure peuvent aussi bien être éocènes ; leur état de conservation ne permet guère de décider la question. Le grès de Taviglianaz est accompagné de schistes que l'on retrouve au haut de la chaîne, dans une position normale qui indique évidemment qu'ils sont éocènes : ainsi il n'y a aucune raison pour changer l'âge attribué jusqu'ici à ces grès.

M. *C. Brunner*, qui a aussi étudié autrefois ces montagnes, constate que M. E. Favre donne la clef d'un des principaux problèmes qu'elles présentent.

M. *Mœsch* a étudié dernièrement les couches de Nattheim et de Wasseralfingen, et il combat la division que M. Quenstedt a admise pour le Jura supérieur en Souabe. A cette occasion il demande sur quel argument on s'appuie pour établir dans le Jura central et méridional un étage portlandien au-dessus du virgulien; il ne peut admettre dans cette région que ce dernier étage qui est synchronique avec le Plattenkalk du Jura oriental. Une discussion s'engage sur ce point. MM. *de Loriol* et *Jaccard* disent qu'ils admettent un étage portlandien, parce qu'ils y trouvent des fossiles de la division anglaise. Il est vrai que, dans le Jura neuchâtelois et vaudois, cet étage semble reposer sur le kimméridien et être ainsi le correspondant du virgulien; mais en France on a d'une manière certaine la succession des trois divisions : ptérocérien, virgulien et portlandien.

M. *E. Favre* soumet à la section un profil général du Caucase. Au centre de la chaîne on a des terrains granitiques. Des deux côtés se présentent des schistes paléozoïques analogues à ceux de Græetz et reliés par des passages aux schistes cristallins; ils sont moins développés du côté nord que de l'autre. Sur le versant septentrional les terrains secondaires et tertiaires sont en position très-normale et peu inclinés; sur l'autre versant, au contraire, il y a beaucoup de zones de roches éruptives, et les terrains secondaires y sont très-bouleversés. M. Favre entretient aussi la société de la limite inférieure des neiges éternelles et des phénomènes glaciaires qu'il a observés dans cette chaîne.

M. *Renevier* parle d'une roche qu'il a trouvée dans le Valais, près de Saint-Maurice. On n'hésite pas à lui attribuer le nom de porphyre ; cependant, c'est une assise sédimentaire bien caractérisée, qui se trouve entre la cargneule et le terrain carbonifère.

M. *H. de Saussure* fait remarquer qu'au Mexique il y a peut-être une vingtaine d'espèces de porphyre qui sont très-certainement éruptifs ; ainsi il pense qu'il ne faut pas appliquer ce nom aux roches dont on connaît l'origine sédimentaire.

L'heure fixée pour la dernière séance générale est venue interrompre les communications et discussions géologiques ; mais notre compte rendu présenterait une lacune, si nous ne disions pas qu'en démontrant sur place à la société les grands travaux en voie d'exécution à Fribourg, M. Ritter a montré combien les connaissances géologiques sont utiles dans de pareilles entreprises. Dans ce qu'il nous a dit il y a deux points qui ont un intérêt scientifique. Au milieu du lit de la Sarine, on a trouvé un puits naturel que les eaux ont creusé dans la mollasse à une profondeur demeurée inconnue. Dans les falaises qui bordent la rivière, il arrive qu'un même banc de mollasse se désagrège beaucoup plus vite sur certains points que sur d'autres. M. Ritter explique ce fait par le bruit des eaux de la Sarine ; la désagrégation est activée là où le son vient frapper directement la falaise et où les mouvements vibratoires sont les plus intenses. Cette hypothèse n'est point du nombre de celles que l'on peut écarter d'emblée ; la puissance de la cause est petite, mais elle pourrait bien suffire pour produire le petit effet qu'il s'agit de lui attribuer, savoir de faire tomber de temps en temps un grain de sable un peu plus tôt que s'il était

livré seulement à l'action des agents ordinaires de la désagrégation. Les observateurs qui en ont l'occasion, feront bien de vérifier l'hypothèse de M. Ritter.

---

## ZOOLOGIE.

M. le professeur *C. Vogt* expose le résultat de ses recherches sur les Phyllopodes, notamment sur les *Branchipus* et les *Artemia.* La première espèce sur laquelle ont porté ses études est le *Br. diaphanus* qui fut trouvé en août 1871, près du sommet du Reculet (Jura), dans des mares artificielles, creusées par les vachers à l'usage du bétail. M. Vogt obtint plusieurs centaines d'individus de cette espèce parmi lesquels les mâles et les femelles se trouvaient en nombre à peu près égal. Placés dans un aquarium, ils y vécurent d'abord fort bien et produisirent une foule d'œufs d'où sortirent des larves; mais vers la fin de septembre ils périrent tous petit à petit. A l'approche du froid on vida l'eau de l'aquarium, en ne laissant que la couche de vase du fond; celle-ci gela entièrement pendant l'hiver. Vers la fin de février, l'aquarium reçut de nouveaux hôtes (une cinquantaine de larves de *Petromyzon*) qui se cachèrent dans la vase. Au mois de mai de cette année on vit paraître une certaine quantité de larves de *Branchipus*, nées, sans doute, des œufs qui étaient restés dans la vase. M. Vogt réussit à en élever plusieurs générations, ce qui lui permit de suivre toutes les phases de leur développement. Plusieurs excursions, faites cette année au Reculet, furent sans résultat ; on ne trouva plus traces de *Branchipus* dans cette localité.

Désirant comparer les *Branchipus* à un genre voisin, M. Vogt s'adressa à M. Ch. Martins, professeur à Mont-

pellier, pour lui demander des *Artemia salina,* espèce de Branchiopode qui pullule, comme on sait, dans les marais salants des environs de Cette. M. Martins envoya quelques milliers de ces animaux avec une provision des eaux-mères dans lesquelles ils vivent. Ils arrivèrent à Genève en bon état et séjournent dans un aquarium où ils produisent des quantités énormes d'œufs et de larves.

M. le professeur Vogt montre un flacon rempli d'*Artemia* vivants et de leurs larves qu'il a pu apporter à Fribourg. En s'aidant de nombreuses démonstrations sous le microscope, il expose la structure extérieure et l'anatomie des *Branchipus* adultes, et décrit, entre autres, une paire de pattes-mâchoires qui avait échappé aux recherches de Joly, Leydig, etc.

Il insiste ensuite sur la forme des larves qui montrent, chez les *Artemia* comme chez les *Branchipus,* le type fondamental primitif des Crustacés, auquel on donne le nom de *Nauplius.* Ce type est caractérisé par trois paires d'appendices articulés (*appendices primitifs),* par un seul œil frontal et médian, et par un prolongement considérable, occupant la place d'une lèvre supérieure et couvrant la bouche. Tout en étant au fond la même chez ces deux genres, ainsi que chez les *Cyclops,* etc., cette forme de *Nauplius* présente cependant des différences notables dans les détails. Ainsi les *Nauplius* des *Branchipus* sont plus courts et plus ramassés, ceux des *Artemia* plus sveltes et plus allongés. Les yeux latéraux composés apparaissent beaucoup plus tard chez les *Artemia* que chez les *Branchipus,* etc.

La première paire d'appendices des *Nauplius* consiste en deux antennes qui deviennent plus tard les antennes de l'animal parfait.

La seconde paire forme le principal et même le seul organe de locomotion de la larve. Après de nombreux changements de peau, ces appendices finissent par devenir les pièces en forme de corne qui servent d'organes de préhension au mâle des *Branchipus* et qui sont rudimentaires chez la femelle.

La troisième paire d'appendices sert à la larve à amener sa nourriture à la bouche. Chez l'adulte elle constitue les mandibules en forme de meules formant la troisième paire d'appendices.

Les onze paires de pattes-natatoires et la paire de pattes-mâchoires de l'adulte qui les précède naissent plus tard, sur la larve, par bourgeonnement. L'œil frontal du *Nauplius* s'atrophie et finit par disparaître entièrement. Les gros yeux latéraux composés et pédonculés que possède l'adulte, résultent, comme les pattes natatoires, d'un développement ultérieur.

M. Vogt confirme l'observation de M. Joly, que parmi les *Artemia* recueillis à Cette pendant les mois de juillet et d'août, il ne se trouve point de mâles, et que les femelles reproduisent par parthénogénèse. Ce fait est d'autant plus singulier que l'on trouve des mâles en grande quantité dans d'autres marais salants habités par la même espèce ou par des espèces analogues.

M. *Henri Vernet* communique des observations qu'il a faites sur les globules du sang chez le *Diaptomus castor*. Certains anatomistes avaient décrit des globules chez cette espèce, tandis que d'autres niaient l'existence de ces éléments. M. Vernet a trouvé un exemplaire chez lequel ces globules étaient extrêmement distincts, et deux autres où ils étaient moins nets, mais pourtant reconnaissables. Il s'explique leur absence apparente chez la plupart des exemplaires par un phénomène de réfraction : les globules

auraient à l'ordinaire un pouvoir de réfraction égal à celui du liquide qui les entoure. Il a, du reste, observé des *Daphnides* chez lesquelles il était presque impossible de distinguer les globules du sang, et pourtant personne ne nie leur présence constante chez ces crustacés.

M. le professeur Vogt confirme ce que vient de dire M. Vernet. Chez les *Artemia* ces globules sont très-distincts; chez les *Branchipus* ils sont, par contre, très-difficiles à voir. Il y a, du reste, de grandes variations d'individu à individu.

M. *Victor Fatio* parle de la présence en Suisse du *Dysopes Cestonii*, Savi, seul représentant européen de la tribu des Gymnures, dans la grande famille des Gymnorhinides (Cheiroptères).

Cette espèce, propre à l'Egypte, à l'Asie Mineure et à la Grèce, ainsi qu'aux régions moyennes et méridionales de l'Italie, a été capturée deux fois en Suisse. Le 27 octobre 1869, on en apporta à M. G. Schneider, conservateur du musée de Bâle, un échantillon pris vivant dans une maison de cette ville. Dans le courant du mois de juin de cette année, M. Nager, d'Andermatt, en a trouvé, à 16 minutes de l'hospice du Saint-Gothard, sur le versant nord de la montagne, une grande femelle portant un petit, et abattue sur la neige, mais cependant encore vivante.

Quoiqu'il semble difficile de s'expliquer le transport de ces deux animaux, soit par des ballots de marchandises, soit par quelque ouragan, il paraît encore moins probable que l'on ait affaire à des cas de migration volontaire, quand l'on sait que même les oiseaux ne voyagent guère durant l'époque de la reproduction. M. Fatio conserve donc des doutes sur l'autochthonéité du *Dysopes Cestonii* en Suisse.

M. *Milne Edwards* fait observer que cette espèce a une distribution géographique étendue ; ainsi, il est presque certain qu'on la trouve dans le nord de l'Espagne.

M. *Fatio* répond que le *D. Cestonii* est, en effet, répandu dans toute l'Europe méridionale, mais il ne croit pas qu'on l'ait encore trouvé dans des localités aussi septentrionales que Bâle et le Saint-Gothard.

M. le D[r] *Vouga* lit ensuite une communication sur l'homme fossile de Menton, à l'exhumation duquel il a assisté ; il fait la description des grottes et signale leur mode probable de formation. Le squelette repose sur le flanc gauche, dans l'attitude d'un dormeur. Il présente une fêlure circulaire de la base du crâne ; le thorax est enfoncé à une place ; le reste est parfaitement conservé. Le crâne est fort beau; toutes les dents sont conservées; la mâchoire inférieure est longue, mais l'angle entre la branche horizontale et la branche ascendante est droit. M. le D[r] Vouga attribue la conservation remarquable du squelette aux propriétés de la terre poudreuse qui le recouvre. Selon lui cette terre serait due, pour les grottes de Menton, à la chute de poussières atmosphériques très-fines, mélangées de particules salines. La grotte du Four, dans les gorges de l'Areuse, présente aussi une couche poudreuse conservatrice que M. Vouga considère comme résultant de la chute des plaques de lichens qui en tapissent la voûte.

M. *Auguste Forel* dit ensuite quelques mots sur les rapports que peuvent avoir entre elles les fourmis d'espèces différentes.

Le mot *fourmilière* signifie en français à la fois une congrégation de fourmis et l'habitation de cette congrégation. M. Forel ne lui conserve que sa première signifi-

cation et se sert du mot *nid* pour la seconde, afin d'éviter des confusions. Les fourmilières différentes, même lorsqu'elles sont de même espèce, sont ennemies les unes des autres (Ebrard était à tort d'une autre opinion que celle-ci qui est celle de Huber). Une même fourmilière peut posséder plusieurs nids qui sont reliés entre eux par des files d'allants et de venants. M. Forel indique quelques signes d'amitié et d'inimitié entre les fourmis.

Une fourmilière peut être *simple* ou *mixte ;* elle est simple quand ses membres appartiennent à une seule espèce, mixte quand ils appartiennent à deux ou plusieurs espèces vivant ainsi en bonne intelligence entre elles. Il y a dans chaque fourmilière, à un certain moment du moins, des ouvrières, des mâles et des femelles. Si l'on considère les fourmilières mixtes, l'on distingue :

1° *Fourmis à esclaves.* Ici les ouvrières de l'une des espèces vont piller dans diverses fourmilières étrangères appartenant à l'autre espèce des cocons d'ouvrières. Ceux-ci, une fois éclos, deviennent des travailleurs auxiliaires et des amis de leurs ravisseurs, ne se doutant pas qu'ils ont une autre origine. La fourmilière mixte comprend les trois sexes de l'espèce pillarde et seulement des ouvrières de l'espèce pillée. Tels sont le *Polyergus rufescens* et la *Formica sanguinea*, ayant tous deux pour esclaves les *Formica fusca* ou *rufibarbis*. Le *Polyergus* est tout à fait paresseux : la *F. sanguinea* aide ses esclaves dans leur travail.

2° *Fourmis parasites.* Une espèce, l'*Anergates atratulus* ne possède pas d'ouvrières ; la femelle et le mâle vivent en compagnie d'ouvrières du *Tetramorium cæspitum* (espèce travailleuse) qui les soignent, sans qu'on comprenne encore bien comment cette association se

forme. Il en est de même du *Strongylognathus testaceus* dont les ouvrières sont trop faibles et trop peu nombreuses pour pouvoir piller des fourmilières de *Tetramorium cæspitosum*, et qui cependant se fait servir par l'ouvrière de cette dernière espèce. Une nouvelle espèce de *Strongylognathus*, trouvée en Valais par M. Forel, semblerait, par contre, rentrer dans la catégorie des fourmis à esclaves et piller le *T. cæspitum.*

3° *Fourmilières mixtes anomales.* Il s'agit ici de cas extrêmement rares et inconnus jusqu'à présent, où deux espèces de fourmis, vivant normalement en fourmilières simples, se trouvent, par une singulière exception, former des associations mixtes, fait dont la cause est encore fort obscure. Ainsi, M. Forel a trouvé une fourmilière composée de *Formica truncicola* et de *Formica fusca*, une autre, composée de *Tapinoma erraticum* et de *Bothryomyrmex meridionalis*, etc. En opposition avec ce fait il a trouvé parfois des fourmilières simples de *F. sanguinea* (sans esclaves).

On ne doit point confondre avec les fourmilières mixtes les *nids doubles.* Ce dernier cas est celui où une fourmilière d'une petite espèce fait un nid dans les cloisons mêmes du nid d'une espèce ennemie plus grande. Ici l'on a affaire à deux fourmilières ennemies. C'est le cas du *Solenopsis fugax* vivant ainsi dans les nids d'autres espèces.

La *Stenamma Westwoodi*, petite espèce, vivant chez la *Formica rufa*, grosse fourmi qui paraît ne pas faire attention à elle, semble former un intermédiaire entre la fourmilière mixte et le nid double. Elle recherche la *F. rufa*, mais celle-ci l'ignore.

---

## MÉDECINE.

M. le Dr *Forel*, professeur à Lausanne, fait un exposé de ses recherches sur la température du corps humain dans les mouvements musculaires de l'ascension et de la descente en montagne, faisant suite à la communication faite par lui, l'année dernière, à Frauenfeld. Il avait montré qu'en suivant la même méthode que MM. Lortet et Marcet, il arrivait à des résultats différents de ceux de ces observateurs, que, en étudiant la température buccale, il observait dans tous les cas une élevation de la température animale dans les mouvements musculaires, tandis que MM. Lortet et Marcet constataient un abaissement de la température générale du corps, pendant les mouvements de l'ascension.

Pour juger la différence, M. Forel a cherché une méthode plus sûre. Il commence par étudier, au moyen de 789 observations faites sur lui-même, les différents régions du corps (bouche, aisselle, avant-bras, main, abdomen, aine, rectum et urine). Il établit ensuite la courbe normale de la température dans les 24 heures et montre que si cette courbe est assez régulière de 9 heures du soir à 9 du matin, pendant le jour elle présente de grandes irrégularités suivant les jours; il explique ainsi la divergence des auteurs au sujet des divers maximums de la journée. La température moyenne des 24 heures est pour lui de 37°,09.

Il aborde enfin l'étude de l'influence des mouvements musculaires sur la température générale du corps en montagne (mais en dehors des conditions du *mal des montagnes*). Il arrive aux conclusions suivantes :

1° Le mouvement d'ascension détermine toujours une

élévation de température qui peut aller jusqu'à 1°,89. La température maximale observée a été de 39°,13.

2° Cette élévation de température a été constatée après un jeûne absolu prolongé pendant plus de 24 heures; elle a été de même constatée après que les fatigues prolongées avaient considérablement affaibli le corps.

3° Le mouvement de la descente détermine de même une élévation de température, au moins aussi forte, probablement plus forte, lorsque l'effet a été poussé à la limite du possible, que l'élévation causée par l'ascension.

4° Lorsque l'ascension et la descente d'une même rampe ont eu lieu dans la même durée de temps, l'élévation de température due à l'ascension est beaucoup plus forte que celle causée par la descente.

5° La température du corps surélevée par les mouvements musculaires tend à redescendre plus ou moins vite à sa hauteur normale: en une heure ou deux le retour à la norme est généralement atteint.

M. le professeur *Lebert* communique un extrait de ses recherches sur la température du corps dans le cours de la phthisie pulmonaire. Il a étudié la courbe thermométrique dans toutes les phases et dans toutes les complications de la tuberculose. Au début, il a observé peu d'élévation de la température, mais il a pu cependant établir certains caractères qui servent à différencier une simple bronchite d'une tuberculose commençante. Dans les complications pleurétiques ou pneumoniques, la thermoscopie lui a fourni également de précieux documents. Il en est de même de l'abaissement souvent considérable que l'on observe au thermomètre lorsque la fin s'approche, et qui a souvent permis au professeur de prédire la terminaison fatale.

Cette communication dont nous ne pouvons donner, de mémoire, qu'un aperçu très-incomplet, est le résultat de

plusieurs centaines d'observations où les courbes diurnes ont été soigneusement étudiées. Mais pour faire connaître les résultats auxquels est arrivé le savant professeur de Breslau, il faudrait avoir sous les yeux son manuscrit et les nombreux tableaux thermométriques qui les accompagnent.

A la suite de ce travail important, une discussion très-prolongée s'est engagée entre les assistants sur les conséquences pratiques des faits observés par le prof. Lebert.

M. le D^r^ *Clerc* communique à la section deux observations très-intéressantes de transmission de la *maladie aphtheuse* des animaux à l'homme. Cette maladie, qui règne épidémiquement et sporadiquement dans le canton de Fribourg, est caractérisée par une stomatite buccale qui lui a fait donner le nom de *surlangue;* elle est, en outre, accompagnée d'une inflammation de la matrice des ongles, d'où le nom de *piétin* qui s'applique surtout à la race ovine. Le D^r^ Clerc a décrit avec beaucoup de soin deux cas de maladie aphtheuse observés dans l'espèce humaine. Il s'agit dans l'une de ces observations d'une jeune fille habitant un village où les bêtes à corne étaient atteintes de la maladie aphtheuse; elle présenta du coriza et de la stomatite aphtheuse à un degré évident quoique peu prononcé, mais ses mains et ses pieds furent tuméfiés dans leurs dernières phalanges et il s'établit autour des ongles une suppuration ichoreuse et fétide. Cet état se prolongea pendant plusieurs semaines et finit par guérir après avoir occasionné beaucoup de souffrances et une claudication prononcée.

Ainsi donc, la transmission de la maladie aphtheuse à l'espèce humaine a été démontrée par les observations remarquables du D^r^ Clerc. C'est, hélas, une maladie nouvelle qu'il faut ajouter au catalogue déjà très-long de

celles qui attaquent l'espèce humaine. Nous devons ajouter cependant qu'un cas de ce genre avait déjà été signalé dans le *Bulletin de la Société Vaudoise de Médecine* pour 1867 (page 9).

M. le prof. *Müller*, de Berne, communique le résultat d'analyses comparatives du *Koumis* préparé à Moscou et de celui que l'on fait actuellement à Interlaken où l'on a introduit la cure inaugurée en Russie pour combattre les catarrhes chroniques et la tuberculose. Le Koumis russe est préparé avec le lait de jument fermenté et celui d'Interlaken avec du lait de chèvre également fermenté. L'un et l'autre sont effervescents et contiennent beaucoup d'acide carbonique. Le Koumis d'Interlaken est plus riche en principes gras que celui de Russie, ce qui est facile à comprendre vu la proportion beaucoup plus grande de principes butireux dans le lait de chèvre que dans celui de jument. Le goût de ce nouveau produit thérapeutique est aigre et peu agréable.

---

## BOTANIQUE.

M. *Chenaux* lit une notice nécrologique faite par M. Cottet sur le Dr Lagger, qui était le principal botaniste du canton de Fribourg. Lagger était originaire de Conges, dans le Haut-Valais, il fut d'abord destiné par son père à la carrière ecclésiastique. Mais son penchant le portait vers la médecine et il obtint de suivre cette vocation. En 1827, il obtint son grade de docteur en médecine et vint se fixer à Fribourg, où il exerça sa profession pendant plus de 40 ans, entouré de respect et de gratitude. Ses loisirs, très-limités, furent employés à l'étude des plantes et c'est à la flore du canton de Fribourg et à celle du Valais, qu'il vouait particulièrement son atten-

tion. C'était un des hommes qui connaissaient le mieux les espèces suisses, mais ses publications sont insignifiantes, la pratique médicale lui laissant peu de temps pour rédiger le résultat de ses observations.

Son herbier suisse a été légué au Musée cantonal de Fribourg, tandis que sa collection plus générale, fort riche en plantes de Hongrie et de Scandinavie, a été vendue par fractions.

Sa bibliothèque a été achetée par le Lycée de Fribourg.

Le Dr *Müller*, de Genève, entretient ensuite ses collègues d'une nouvelle espece de Loranthus des îles Philippines, qui, pour la position des fleurs, presente des particularités très-extraordinaires et non encore constatées. Chaque branche n'a qu'un verticille terminal de 3-4 feuilles ; à l'aisselle de chacune d'elles on voit régulièrement naître une branche du 2me ordre. Ces 3 ou 4 aisselles sont donc toutes occupées par du bois, ce qui fait que sur chaque branche il n'y a pas de place axillaire pour des fleurs. Il resterait la chance de pouvoir produire une fleur terminale, mais on voit sur les plantes que ce sommet, au milieu du verticille, produit à son tour aussi du bois, une branche centrale ou, autrement dit, la prolongation de l'axe primaire. Il n'y a donc pas de place normale pour les fleurs, car jusqu'ici on ne connait sur la tige que des fleurs ou axillaires ou terminales. Mais par contre nous avons depuis la base des branches de 2me année jusqu'aux cicatrices terminales de leurs feuilles verticillées et caduques, un assez grand nombre de petites inflorescences en cymes, appauvries, quelquefois réduites à une seule fleur, qui sont placées très-irrégulièrement et en même temps perpendiculairement sur le bois, sans qu'on observe à leur base la moindre trace de feuilles, de

bractées ou seulement de leurs cicatrices. Ces inflorescences ont parfaitement l'air de sortir des lenticelles, dont les mêmes branches sont aussi plus ou moins garnies. Une coupe longitudinale montre, très-nettement, que ces pédoncules sont enfoncés jusqu'à la partie la plus interne de l'écorce, tandis que les lenticelles, formation subéreuse, ne se tiennent qu'à la surface, et ne peuvent par conséquent avoir une relation génétique avec les petites inflorescences. Or, la direction perpendiculaire des pédoncules et leur origine dans la tige sont des caractères propres aux bourgeons adventifs, et c'est pour cela que M. Müller propose d'appliquer le même adjectif aux fleurs. On aura dès lors à distinguer des fleurs ou inflorescences *terminales*, *axillaires* et *adventives*.

Une position de fleurs aussi extraordinaire pourrait faire croire qu'il s'agirait ici d'un Loranthus parasite sur un autre Loranthus, comme on trouve quelque chose d'analogue pour le genre Pilostyles, de l'Amérique du Sud ; mais comme on trouve parfois aussi des branches adventives perpendiculaires, qui sont identiques sous tous les autres rapports avec les branches normales axillaires, cette interprétation ne serait pas possible.

M. *Leresche* informe la section qu'il vient de découvrir dans le Tessin, près du lac de Locarno, une nouvelle plante pour la Suisse, de la famille des Campanulacées, l'*Adenophora suaveolens*.

M. *Chenaux* attire l'attention de la section sur les fâcheux effets de l'odeur des bouquets d'Aconit.

M. *Leresche* mentionne quelques plantes adventives à Rolle.

# COMPTE RENDU

DE LA

# CONFÉRENCE GÉODÉSIQUE INTERNATIONALE

## RÉUNIE A VIENNE DU 21 AU 28 SEPTEMBRE 1871

(Brochure in-4° de 114 pages et 7 planches. Neuchâtel, 1871).

---

Il s'est formé, d'abord en Allemagne, il y a une dizaine d'années, une grande association scientifique internationale, ayant pour but d'obtenir un ensemble de mesures astronomiques et géodésiques suffisamment exactes, liées entre elles de manière à avancer les connaissances déjà acquises sur la figure de la Terre. Cette association a obtenu successivement l'approbation et le concours de presque tous les États européens ; elle a établi une commission permanente, et a institué, tous les trois ans, des réunions en conférence générale des délégués des divers États faisant partie de l'association. La seconde de ces conférences a eu lieu à Berlin en octobre 1867. La troisième devait avoir lieu à Vienne en 1870, mais la guerre entre la France et l'Allemagne en a retardé d'un an la réunion. Je présenterai ici une rapide esquisse du compte rendu détaillé qui en a été publié, en allemand et en français, par les deux secrétaires de l'association : M. Bruhns, astronome à Leipsic, et M. Hirsch, astronome à Neuchâtel.

Il y a eu à la conférence de Vienne 24 délégués, soit des divers États d'Allemagne, soit d'Espagne, d'Italie, de Russie, de Scandinavie, de Suisse et de Roumanie. La

France n'y a pas été représentée, à cause de la dernière guerre, mais elle prend part aussi à l'association, comme nous le verrons plus bas. Quelques hauts fonctionnaires et savants autrichiens ont été invités à assister aux séances, et le ministre de la guerre du gouvernement austro-hongrois y a assuré l'association de l'intérêt que l'empereur François-Joseph mettait à favoriser ses opérations.

Le bureau de la conférence a été composé de MM. le feld-maréchal de Fligely, président, le lieutenant général Dr Baeyer, président honoraire, de MM. Bauernfeind et de Struve, vice-présidents, et des deux secrétaires nommés ci-dessus. M. de Fligely est directeur de l'Institut géographique militaire de Vienne, M. Baeyer est président de l'Institut géodésique à Berlin, et M. Bauernfeind est directeur de l'École polytechnique de Munich.

Je vais d'abord extraire d'un rapport de la commission permanente, lu par M. Bruhns à la première séance de la conférence, quelques détails généraux, propres à donner une idée de l'état actuel et de l'étendue des opérations de cette vaste association.

En Scandinavie, les travaux de triangulation sont terminés, du 59me au 64me degré de latitude, et ils sont figurés dans la planche VI pour la Norwége ; il ne manque plus que d'y rattacher les points astronomiques.

La mesure des degrés le long du parallèle de latitude de 52 degrés, qui coupe les îles Britanniques, l'Allemagne et la Russie, va être bientôt terminée. MM. Baeyer et Forsch s'occupent à combler les lacunes qui y existent encore, et la planche V donne le réseau de toute la triangulation russe.

On a aussi exécuté en Russie, pour la mesure des degrés en Europe, des déterminations télégraphiques de

longitude entre Poulkowa, Abo, Helsingfors et Stockholm.

En Allemagne, les travaux ont été avancés dans presque tous les pays. On a fondé en Prusse, sous la direction du général Baeyer, un Institut géodésique, qui fait exécuter des travaux astronomiques, géodésiques et de nivellement, et s'occupe également de la comparaison des étalons.

En Saxe, la triangulation avance, le nivellement est presque terminé, les déterminations astronomiques seront bientôt complètes, et la mesure d'une base a dû être entreprise.

En Bavière et en Würtemberg, on s'est occupé essentiellement, jusqu'à présent, de nivellement de précision ; on espère obtenir les allocations nécessaires pour entreprendre les travaux trigonométriques et astronomiques.

Le gouvernement du grand-duché de Bade a confié les travaux aux soins du bureau central, qui a fait ériger les piliers pour la triangulation, et a déjà terminé la moitié des travaux astronomiques.

Dans les autres États allemands, en Oldenbourg, dans la Hesse, le Mecklembourg, Saxe-Gotha, etc., les travaux sont presque achevés.

Il en est à peu près de même dans les Pays-Bas ; on a mesuré une nouvelle base dans la mer de Harlem, au moyen d'un nouvel appareil de Repsold.

La détermination des positions des étoiles, nécessaires pour les travaux astronomiques, a été exécutée à l'observatoire de Leyde, et les résultats, publiés dans les Annales de cet observatoire par M. Kaiser, ont été envoyés à tous les délégués.

En Autriche, les travaux géodésiques ont été considé-

rablement avancés; on a mesuré de nombreux triangles, on a observé des latitudes, azimuts, longitudes, et mesuré une base près Sign. Le premier volume de l'ouvrage destiné à l'exposition de ces travaux a déjà paru, et 3 des planches jointes au *Compte rendu* sont relatives à quelques-unes des triangulations qui en font partie.

On est très-avancé en Suisse; on travaille au calcul du réseau de triangles; il ne manque plus pour les déterminations astronomiques que les jonctions projetées avec l'Allemagne et la France ; le nivellement de précision est à moitié exécuté, et j'entrerai plus bas dans quelques détails à ce sujet.

On a déjà avancé en Italie les travaux trigonométriques et astronomiques, et la planche I du *Compte rendu* comprend le réseau géodésique de 1<sup>er</sup> ordre des provinces méridionales, et sa liaison avec la triangulation de la Dalmatie.

En Espagne, M. le colonel Ibanez, directeur du nouvel Institut géographique de Madrid et présent à la conférence, dispose de grands moyens; on exécute les triangulations d'après les méthodes de Bessel et Baeyer; les déterminations astronomiques se font avec la coopération de l'observatoire de Madrid, et le nivellement de précision a été commencé en 1871.

Le bureau central a acquis pour les comparaisons d'étalons de mesures un nouveau comparateur de Steinheil. Le nouvel appareil à mesurer des bases, que le bureau était chargé d'acquérir pour l'usage commun, n'était pas encore disponible en 1871, les expériences préparatoires ayant été interrompues par la mort fort regrettable de M. de Steinheil, l'un des délégués bavarois à la précédente conférence.

Suivant le vœu exprimé à cette même conférence, le gouvernement français avait convoqué à Paris, en août 1871, une commission internationale pour la construction d'un nouveau mètre. Cette commission a eu plusieurs séances, mais quelques-uns des pays intéressés n'y étant pas représentés, elle n'a pas pris alors de résolutions définitives, et a prié le gouvernement français de la convoquer de nouveau après le rétablissement de la paix. La nouvelle réunion de cette commission a eu lieu à Paris en avril 1872. M. le professeur Hirsch y a représenté la Suisse. La question de l'unité et de la comparabilité des mesures y a fait d'importants progrès. « Si la commission internationale convoquée pour le 24 septembre, dit cet astronome dans un rapport qu'il a fait en mai à la commission géodésique suisse, ratifie les propositions du comité des mesures, tous les pays recevront des prototypes identiques du mètre et du kilogramme, et on créera un bureau international des poids et mesures, ce qui contribuera certainement à faire cesser la confusion et l'incertitude actuelles, si préjudiciables au développement des sciences exactes. »

Après le rapport de la commission permanente, M. Baeyer a communiqué celui du bureau central qu'il a présidé, et chacun des délégués a été ensuite appelé, dans les séances consécutives, à faire le rapport concernant l'État qu'il représentait. Je ne pourrais entrer ici dans l'exposé détaillé de ces nombreux rapports et je devrai me borner à quelques mentions spéciales.

La base mesurée près de Bonn, en 1847, par M. Baeyer, a été calculée, et les données géodésiques pour calculer la partie allemande du 52$^{me}$ parallèle existent depuis la frontière russe jusqu'à la frontière belge ; mais

l'époque où l'on pourra obtenir la compensation définitive de chaînes aussi étendues, dépendra du temps et de l'avancement des calculs russes.

La latitude et l'azimut ont été déterminés astronomiquement depuis 1867, au Seeberg, près de Gotha, à l'Inselsberg et à Mannheim. Les mêmes données existaient déjà auparavant pour Breslau, Schneekoppe, Fallstein et le Brocken.

Les différences de longitude astronomique ont été déterminées depuis 1867, par voie télégraphique, entre Berlin, Sund, Bonn, Leyde, Mannheim et Leipsic. Avant cette époque, on connaissait déjà celles entre Berlin, Kœnigsberg, Breslau, Vienne, Gœttingue, Dangast, Altona et Copenhague.

Les déterminations de l'intensité de la pesanteur ont été effectuées en onze points, sous la direction du bureau central, soit avec l'appareil et la toise de Bessel, soit avec des pendules à réversion de Repsold et de Lohmeyer.

On a déjà nivelé 1800 kilomètres, et on a fixé sur ces lignes plus de 400 repères.

M. Bruhns, chef de la section astronomique du bureau central, a dirigé les observations à Mannheim, Durlach et au Feldberg. La détermination de la pesanteur à Mannheim est en désaccord avec celle de Berlin, son intensité y semblerait être trop faible. La supposition d'un vide au-dessous de Mannheim expliquerait tout, et on observe de fréquents tremblements de terre à Grosgerau, au nord de Mannheim.

M. Schiavoni, professeur de géodésie à Naples et délégué par le royaume d'Italie, a donné des détails sur les travaux géodésiques exécutés par l'état-major italien. Il

y a eu des bases mesurées en Calabre et en Pouille, une autre doit l'être dans la terre d'Otrante. Le midi de l'Italie a été lié avec la Dalmatie et doit l'être aussi avec l'Albanie.

M. de Stefanis, capitaine du génie à Naples, soumet à la conférence les calculs de compensation des chaînes de triangles entre la base de la Pouille et celle de la Dalmatie.

La différence de longitude entre Rome et Naples a été déterminée télégraphiquement par le père Secchi et M. Fergola, et ils ont publié en 1871 un mémoire détaillé sur cette mesure.

Le colonel Ganahl, directeur de la section de triangulation dans l'Institut géographique militaire à Vienne, expose les opérations récentes en Autriche et en Hongrie.

La chaîne de triangles entre Bodenbach, Prague, Linz, Trieste et Fiume comprend un arc de méridien de près de 6 degrés, pour lequel presque toutes les opérations sont terminées. On y a mesuré une base d'environ 3000 mètres, entre Kleinmünster et Linz, située à peu près à égale distance de celles de Wiener-Neustadt et de Hall en Tyrol, et qui fournira un contrôle pour ces dernières.

Le colonel de Toth, délégué pour la Hongrie, dit que le ministre des finances hongrois a ordonné en 1870 un nivellement trigonométrique, partant du limnimètre de Fiume, sur la mer Adriatique, parcourant la Croatie, et qui a été continué, en 1871, jusqu'à une station du réseau autrichien située à la frontière de Moravie.

M. de Littrow, directeur de l'observatoire de Vienne, a publié, en 1871, des rapports sur les déterminations

de latitude et d'azimut qu'il a effectuées, de 1863 à 1865, à Dablitz et au Laarberg, près de Vienne.

On a déjà publié en Danemark, en 1867, le 1er volume de la Mesure des degrés danois, comprenant le Seeland et les jonctions avec les triangulations suédoise et prussienne. L'impression du 2me volume doit être achevée maintenant. La détermination de longitude entre Copenhague et Altona est terminée, ainsi que celle des latitudes de Lauenbourg, Altona, Lyxabbel, Copenhague et Skagen.

M. le professeur Peters, directeur de l'observatoire d'Altona et l'un des délégués pour la Prusse, donne quelques détails sur les expériences du pendule faites à Altona, Berlin et Kœnigsberg, et plus récemment au château de Güldenstein dans le Holstein.

M. le major général Forsch, directeur du dépôt des cartes à St-Pétersbourg et délégué de Russie à la conférence avec M. de Struve, y a exposé en détail les déterminations de longitude effectuées entre Poulkowa, Helsingfors et Stockholm.

La partie astronomique de la mesure de l'arc de longitude sous le 52me parallèle, comprenant les stations de Greenwich, Bonn, Leipsic, Berlin, Breslau, Kœnigsberg, Varsovie, Moscou, Grodno, Lipezk, Orel et Saratow, a été terminée en 1867 par la détermination de la différence de longitude entre Orenbourg et Orsk.

M. de Struve a ensuite entretenu la conférence des opérations géodésiques russes exécutées dans la région du Caucase par le général Chodzko, et sur lesquelles le colonel Stebnitzki a publié un mémoire. « Cette triangulation, dit-il, qui a été rattachée aux autres réseaux russes, s'appuie sur une série de déterminations astronomi-

ques, surtout de latitude. Il y a eu huit latitudes mesurées du côte nord de la chaîne principale du Caucase et cinq du côté sud. Or, pour deux de ces points, Wladikawkas et Duschet, dont la distance est moindre d'un degré, l'arc géodésique diffère de 54 secondes de l'arc astronomique.

« On a aussi exécuté le nivellement du terrain, et mesuré quelques milliers de hauteurs, soit géodésiquement, soit par le baromètre. De cette façon, on a pu faire un relief de toute la montagne, et calculer approximativement l'attraction des masses, autant que le permettent nos connaissances sur la constitution géologique de cette chaîne.

« En partant des points déterminés dans la plaine russe du sud, au nord du Caucase, on trouve, jusqu'à une distance de la montagne de 150 werstes, de très-faibles différences entre les latitudes mesurées astronomiquement et celles transportées géodésiquement de la plaine. Mais cette différence s'accroît rapidement, car plus près de la montagne les déviations varient entre 10 et 30 secondes de degré, et si l'on applique aux mesures astronomiques les corrections résultant de l'attraction des masses visibles du Caucase, toutes les différences de ce côté-là se réduisent à deux ou trois secondes.

« Il n'en est plus de même de l'autre côté de la chaîne principale. On peut encore, à Duschet, représenter parfaitement les observations ; à Tiflis, l'écart est déjà de 9 à 10 secondes, et plus loin vers l'Est, à Schemacha, l'écart va jusqu'à 40 secondes. C'est qu'ici, au lieu d'une déviation positive de 16 à 17 secondes, comme la proximité de la montagne devrait la produire, il existe une déviation négative de la verticale de 23 à 24 secondes.

Ainsi, au pied sud du Caucase, le fil à plomb est en apparence repoussé par la montagne au lieu d'être attiré.

« Ce phénomène ne peut s'expliquer que par une distribution fort anormale des masses à l'intérieur de la terre, dans cette région, que son caractère volcanique peut faire supposer. Schemacha est souvent dévasté par des tremblements de terre, et tout indique qu'on s'y trouve dans des circonstances extraordinaires.

« Dans la station voisine de Bakou, au bord de la mer Caspienne, la latitude astronomique se trouve d'accord avec sa valeur géodésique, mais les longitudes ne s'accordent pas aussi bien. Bakou est situé au centre de la région volcanique.

« Les recherches du général de Pechmann ont montré que les déviations observées dans les Alpes orientales s'expliquent parfaitement par l'attraction des montagnes. D'un autre côté, dans l'Himalaya, l'attraction des masses, qui se manifeste par la déviation de la verticale, est beaucoup moindre qu'elle ne devrait l'être théoriquement. D'ultérieures recherches sur ces phénomènes nous fourniront d'importants résultats sur la construction de l'écorce terrestre. »

Les travaux géodésiques et ceux de nivellement sont fort avancés en Saxe ; une base de 8 kilomètres, située près de Grossenhain et divisée en deux parties, a dû être mesurée sous la direction de M. Bruhns, avec l'appareil de Bessel ; elle est placée entre celles de Silésie, de Bonn et de Berlin. On a obtenu télégraphiquement un assez grand nombre de différences de longitude. Il y a eu à Freiberg, pendant deux mois, des expériences du pendule. Comme la constitution géologique de cette localité est parfaitement connue, M. Bruhns a fait observer le pen-

dule au puits d'Abraham, d'abord à la surface du sol, puis à des profondeurs de 280 et de 534 mètres, et enfin de nouveau à la surface. Les observations, dit-il, ne sont pas encore réduites, mais il croit déjà entrevoir qu'il obtiendra pour la densité de la terre une valeur plus faible que celle déduite par M. Airy de ses expériences dans les mines de charbon.

Ces observations dans les mines sont entourées de très-grandes difficultés, et le pendule y souffre facilement de l'humidité. M. Bruhns a proposé, pour y remédier, qu'on fît construire des pendules en verre.

M. le Dr Fearnley, directeur de l'observatoire de Christiania, et délégué à la conférence pour la Scandinavie, a rendu compte des travaux en Norwége. Le réseau de triangles s'y compose de 4 parties, savoir 1° la chaîne méridionale, qui part de la base de Christiania; 2° celle du nord, qui s'appuie sur la base de Lavanger, à l'Est de Drontheim, et renferme des stations élevées de 4000 à 6000 pieds au-dessus du niveau de la mer; 3° les triangles occidentaux, jusqu'à Bergen, où se trouve l'observatoire dirigé par M. Astrand; 4° le réseau central, où il y a aussi de hautes montagnes et des côtés de 14 et de 20 lieues. Les latitudes et azimuts astronomiques ont été mesurés en plusieurs points, et les différences de longitude entre Christiania, Stockholm et Copenhague ont été déterminées en 1869.

M. le colonel Ibanez a parlé des travaux géodésiques qui ont été exécutés en Espagne par l'Institut géographique. Le nombre total des points géodésiques de 1er ordre, pour lesquels les observations et les calculs sont déjà terminés, est de 111. Une des chaînes de triangles en cours d'exécution est le prolongement de la méridienne de Dun-

kerque sur le territoire espagnol; on espérait, en 1871, arriver dans deux ans à l'île de Formentera. Les nivellements de précision ont été commencés, quelques latitudes et azimuts ont été déterminés astronomiquement.

Quant à la Suisse, M. Hirsch a annoncé à la conférence que le 1[er] volume de la triangulation, contenant les observations originales, leurs réductions au centre et les valeurs probables des angles, était sous presse. Un 2[me] volume comprendra les calculs de compensation, aux stations aussi bien que pour tout le réseau. C'est le colonel Denzler qui a dirigé les opérations, elles ont presenté souvent bien des difficultés, ayant lieu quelquefois sur des cimes de 9000 à 10000 pieds de hauteur. Les calculs et la publication des travaux trigonométriques ont été remis à M. le professeur Schinz, et on s'y est arrêté aux dixièmes de seconde de degré.

Les coordonnées astronomiques ont été déterminées, non-seulement pour les 4 observatoires de Zurich, Genève, Neuchâtel et Berne, mais aussi pour les 3 stations alpestres du Weissenstein, du Righi et du Simplon. M. le professeur Plantamour, auquel on doit les travaux sur ces 3 cimes, est actuellement dans le même but sur le Gæbris, montagne de 3000 pieds dans l'Appenzell; il y aura la coopération de M. d'Oppolzer, du côté de l'Autriche, pour rattacher les opérations astronomiques entre les deux pays, comme cela a été fait au Simplon entre la Suisse et l'Italie. En tous ces points, on détermine non-seulement la latitude, la longitude et l'azimut, mais aussi l'intensité de la pesanteur.

La différence de longitude entre Genève et Neuchâtel a été publiée dès 1864 ; celle entre Zurich, Neuchâtel et le Righi l'a été en 1871, et des analyses de ces publi-

cations ont paru dans nos Archives de ces mêmes années. Les mémoires relatifs aux autres différences de longitude doivent paraître prochainement. M. Hirsch a réussi à échanger télégraphiquement, entre Neuchâtel et Milan, des signaux directement sur les chronographes, sans relais intermédiaires, malgré la grande distance entre ces deux villes. M. Plantamour a publié, en 1866 et 1872, deux mémoires sur ses expériences faites à Genève et au Righi avec le pendule à réversion.

La 4$^{me}$ livraison du *Nivellement de précision de la Suisse* va bientôt paraître, et les deux tiers de ce nivellement sont effectués. On a obtenu la jonction avec les réseaux badois, bavarois et autrichien, et M. Benz a opéré en 1871 dans les cantons de Zurich, Thurgovie et Saint-Gall. Le grand polygone qui traverse les Alpes ayant donné lieu par sa clôture à une différence d'environ 1$^{m}$.2, la commission géodésique suisse a décidé, dans sa séance tenue le 5 mai 1872 à Neuchâtel, de charger M. Spahn d'effectuer de nouveau le nivellement du Saint-Gothard entre Lucerne et Locarno, afin de constater ainsi, si cela est possible, s'il y a eu erreur de mesure ou de calcul, ou si la différence de niveau tient à une déviation de la verticale produite par l'attraction du massif alpestre.

Ces derniers détails sont extraits du procès-verbal de cette séance publié à Neuchâtel par M. Hirsch. Cet astronome espérait alors pouvoir arrêter bientôt avec M. Delaunay, directeur de l'observatoire de Paris, les mesures à prendre pour la détermination télégraphique de la différence de longitude entre Paris et Neuchâtel. Le déplorable naufrage de bateau qui a causé la mort de ce savant français si éminent, le 5 août, près de Cherbourg, devra tout au moins retarder cette opération. La conférence tenue à

Vienne l'avait désigné pour faire partie de sa commission permanente, et il avait accepté cette nomination. Les autres membres actuels de cette commission sont : MM. de Fligely, président, Bauernfeind, vice-président, Bruhns et Hirsch, secrétaires, Ibanez et Baeyer.

Après les rapports des divers délégués, la conférence a discuté de nombreuses propositions qui lui ont été faites, soit par ses membres individuellement, soit par des commissions spéciales réunies pendant sa session, et elle a pris à leur sujet des décisions que je vais rapidement passer en revue, du moins en grande partie.

*a*) La conférence adresse au gouvernement hongrois la demande d'instituer quelques stations d'observations astronomiques (telles qu'une à Ofen, une en Transylvanie et une en Croatie), et de faire aussi exécuter en Hongrie un nivellement géométrique de précision, étendu également sur les lignes où il existe déjà un nivellement géodésique.

*b*) La conférence prie le gouvernement de Würtemberg de faire exécuter une nouvelle triangulation de premier ordre, qui puisse servir à la mesure des degrés en Europe, et d'établir dans ce royaume une station astronomique ou un observatoire (Tubingue a été spécialement désigné).

*c*) La conférence considère comme très-désirable qu'on établisse entre les triangulations de la Norwége, de la Suède et de la Finlande de nouvelles jonctions, plus au nord que celles qui existent maintenant (Il y en a déjà une entre les réseaux suédois et russes ; il en faudrait une autre entre les réseaux suédois et norwégien).

*d*) Il y a déjà 60 déterminations télégraphiques de différences de longitude exécutées pour la mesure des degrés en Europe (en y comprenant celles de Paris à Brest, à Strasbourg, à Biaritz et à Madrid). Il en reste encore une 50$^{ne}$ à mesurer. Il y en aura encore 14 en Russie. Il serait utile d'avoir la ligne de Leyde à Greenwich et de remesurer celle de Greenwich à Paris. La commission désirerait ajouter encore aux lignes espagnoles les jonctions avec Oporto et Lisbonne. La détermination télégraphique de longitude, d'un côté entre Londres ou Berlin et Kertsch, et de l'autre entre Kertsch et Bombay, serait aussi très-désirable, surtout si elle pouvait se faire sans transmission par relais.

*e*) La commission astronomique et la conférence recommandent que tout point astronomique important (à l'exception des stations terminales d'un réseau) soit relié avec 2 ou 3 autres stations. A côté des points du 1$^{er}$ ordre, pour lesquels on détermine les 3 coordonnées, longitude, latitude et azimut, il est désirable d'en avoir beaucoup de 2$^{me}$ ordre, où l'on se contente des deux dernières de ces coordonnées.

*f*) Quant aux méthodes d'observation : pour la longitude, on peut observer les passages d'étoiles, soit au méridien, soit au cercle vertical de la polaire, avec un grossissement qui ne soit pas au-dessous de 60, et en ayant égard à ce que l'oculaire soit exactement au foyer pour chaque observateur. Il est désirable que les latitudes soient déterminées, soit par les hauteurs circomméridiennes, soit par les passages au premier vertical; on recommande aussi l'emploi de la lunette zénitale usitée dans le *Coast-Sur-*

*vey* des États-Unis d'Amérique. Quant à la mesure des azimuts, on recommande les deux nouvelles méthodes de MM. de Littrow et Bruhns.

*g*) La conférence émet le vœu que les déclinaisons des étoiles servant aux mesures de latitude soient déduites des observations de Leyde et de Leipsic, en consultant aussi les positions obtenues à Poulkowa et à Greenwich. Le travail dont il s'agit fait l'objet d'un mémoire de M. Bruhns, publié à la suite du *Compte rendu,* et qui est terminé par un catalogue des positions d'une 50[ne] d'étoiles au 1[er] janvier 1870.

*h*) Dans l'intérêt de l'uniformité, la majorité de la conférence recommande aussi, pour la mesure des degrés, l'emploi des méthodes de calcul publiées par le bureau central.

*i*) La conférence persiste à recommander la détermination de l'intensité de la pesanteur dans les points astronomiques principaux, au moyen d'un pendule à réversion construit d'après les indications de Bessel; de telles mesures sont aussi désirables pour les localités où des déviations de la verticale sont constatées ou soupçonnées. Pour que les résultats obtenus par les divers instruments puissent être comparés, la conférence souhaite qu'on fasse, en un point principal, des observations indépendantes, avec tous les pendules employés dans les différents pays.

*k*) La conférence adresse au gouvernement anglais la demande de faire installer à l'île d'Helgoland un appareil enregistreur, pour fixer le niveau moyen de la mer du Nord en ce point. Elle prie le gouvernement italien d'installer dans les ports de Paola, Ros-

sano, Taranto et Brindisi des appareils analogues, dits *maréographes*, de relier leurs échelles par des nivellements et de faire répéter ces opérations après un intervalle de dix ans. Elle fait la même demande aux municipalités de Venise et de Naples, et en général aux États maritimes faisant partie de l'association, pour déterminer, au moyen d'appareils enregistreurs, le niveau moyen de la mer dans le plus grand nombre possible de points sur leurs côtes.

*l*) La conférence désire que l'on fasse, aux frais de l'association, l'acquisition de la roue de Steinheil pour mesurer les bases, en lui donnant sa forme définitive. Elle demande qu'on acquière en outre, pour la mesure des degrés en Europe, un appareil ordinaire à mesurer les bases, qui réponde à toutes les exigences actuelles.

*m*) La conférence recommandait encore aux délégués d'envoyer en Suisse les mires qui ont servi aux nivellements de précision, pour qu'on pût les comparer, soit entre elles, soit à l'étalon de 3 mètres du bureau fédéral des poids et mesures à Berne. Cet envoi a été fait pour la plupart des pays allemands, et M. Hirsch a publié le résultat de la comparaison, dans le procès-verbal cité plus haut de la séance du 5 mai 1872 de la commission géodésique suisse.

M. le Dr Hügel, délégué de Hesse-Darmstadt, a exprimé le vœu, à la fin de la conférence de Vienne, que la prochaine réunion triennale eût lieu à Munich.

Le *Compte rendu* est terminé par quelques *Annexes*, dont une contient un résumé des procès-verbaux et des

notes sténographiées pendant les séances des commissions spéciales, et dont une autre, due à M. Bruhns, présente un tableau détaillé, accompagné d'une carte, des déterminations astronomiques en longitude, latitude et azimut, déjà exécutées, pour servir à la mesure des degrés en Europe, en y comprenant aussi les mesures du pendule.

L'analyse précédente de ce volume, toute sommaire qu'elle est, me paraît suffisante pour donner une haute idée des services importants déjà rendus à la science par l'*Association géodésique internationale*, et de ceux qu'on peut en attendre encore. Cet heureux et bienveillant concours ainsi établi entre les diverses nations de l'Europe, dirige et stimule leur activité pour l'entreprise de travaux nombreux et considérables, contribuant essentiellement à l'avancement de nos connaissances sur la figure de la Terre, et présentant aussi de grands avantages pour chacun des pays où ils s'exécutent. Il est très-satisfaisant pour des Suisses, de constater que, grâce aux allocations fédérales, notre petit pays, qui donne lieu à bien des difficultés pour ce genre d'opérations, est un des plus avancés dans leur exécution.

Chougny, près Genève, 19 août 1872.

Alfred GAUTIER.

---

# QUELQUES MOTS

SUR LA

# REPRODUCTION DE DEUX ESPÈCES HERMAPHRODITES

# DU GENRE RHABDITIS

PAR

M. LE Dr H. VERNET.

---

L'étude de la formation des zoospermes et des œufs chez les nématodes a occupé un grand nombre d'anatomistes ; je ne puis pas entrer ici dans des détails sur les controverses souvent assez vives que cet intéressant sujet a soulevées: je me bornerai, avant d'exposer mes observations, à nommer les principaux savants qui sont entrés en lice : *De Siebold* [1], *Bagge* [2], *Kölliker* [3], *Reichert* [4], *Bischoff* [5], *Meissner* [6], *Nelson* [7], *Thompson* [8], *Munck* [9],

[1] *Siebold*, Burdach's Physiologie, 1837. — *Siebold*, Vergleichende Anatomie, 1848.

[2] *Bagge*, Dissertatio inauguralis de evolutione Strongyli auricularis et Ascaridis acuminatæ. Erlangæ, 1841.

[3] *Kölliker*, Neue Untersuchungen aus dem Gebiete der Anat. und Physiol., 1842.

[4] *Reichert*, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörperchen bei den Nematoden in Müller's Archiv, 1847.

[5] *Bischoff*, Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei A. mystax. Zeitschrift f. wiss. Zool. 6ter Band, 1835.

[6] *Meissner*, Beiträge zur Anat. und Phys. von Mermis albicans. Zeitsch. f. wiss. Zool., 5ter Band, 1863.

[7] *Nelson*, The reproduction of the A. mystax. Phil. Transactions of the Royal Soc., 1852, part. II.

[8] *Thompson*, Ueber die Samenkörperchen, die Eier und die Befruchtung der A. mystax. Zeitsch. f. wiss. Zool., 8ter Band, 1856.

[9] *Munck*, Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei den Nemat. Zeitsch. f. wiss. Zool., 9ter Band.

*Claparède*[1], *Schneider*[2], *Perez*[3], etc. On trouvera dans presque chacun de ces auteurs, et tout particulièrement dans *Claparède, Schneider* et *Perez*, un résumé des théories des savants que je viens de nommer. Je ne comparerai mes observations qu'à celles de ces deux derniers anatomistes, car les autres ne se sont pas occupés du genre *Rhabditis*, mais d'*Ascaris*, de *Strongylus*, de *Mermis*, etc.

Des deux espèces dont je donne plus bas la description, l'une est nouvelle, l'autre a déjà été étudiée par *Dujardin*[4], puis par *Perez*, mais ces deux savants ont confondu sous un même nom, au moins deux espèces qui n'ont aucun rapport entre elles. L'une d'elles est la *Pelodera teres* (Schn.) dont les sexes sont séparés et dont la forme extérieure est très-différente de la seconde espèce, *R. terricola*, dont nous allons nous occuper.

L'hermaphrodisme du *R. terricola* était resté inconnu à ces deux auteurs. *Perez* prétend que « les femelles, in« dépendamment du mode de génération ordinaire, peu« vent aussi se reproduire sans l'intervention de l'autre « sexe, et donner naissance à des individus jouissant « comme elles de cette faculté [5]. » Il suppose en outre que « la procréation des mâles exige la fécondation, et « qu'à son défaut la femelle ne peut engendrer que des « femelles. » Ce mode de reproduction serait donc une parthénogenèse facultative.

On n'est pas étonné de cette erreur lorsqu'on voit qu'il

[1] *Claparède*, De la formation et fécondation des œufs chez les Nématodes. Mém. de la Soc. de Physique de Genève, 1858.

[2] *Schneider*, Monog. der Nemat., 1866.

[3] *Perez*, Recherches sur l'anguillule terrestre. Annales des Sciences natur., t. 6, 1866.

[4] *Dujardin*, Hist. nat. des Helminthes, 1845, p. 240 et 241.

[5] *Perez*, loc. cit., p. 300.

confondait, sous un même nom, deux espèces ayant un mode de reproduction complétement différent. Ces femelles qui se passaient de mâles (hermaphrodites), étaient celles auxquelles je conserve le nom de *Dujardin R. terricola*, tandis que celles qui ne se reproduisaient qu'après un coït étaient les *R. teres* (Schn.). Ces dernières, privées de mâles, sont incapables de se reproduire, leurs deux uterus se remplissent d'œufs, mais ceux-ci ne se segmentent pas.

*Perez* émet en outre une théorie toute nouvelle sur la formation des œufs et des zoospermes. Le fond du tube sexuel, chez le mâle comme chez la femelle, serait rempli de noyaux, ceux-ci « vont toujours grossissant en s'éloi-« gnant du fond du tube, et s'isolant les uns des autres « par la disparition de la substance amorphe, et bientôt « un nucléole très-petit et très-brillant devient facile à « distinguer à leur centre. Peu après ils acquièrent une « paroi propre, et se transforment en une véritable vési-« cule pourvue d'un noyau sans nucléole [1]. » L'ovule tant mâle que femelle se trouverait donc composé d'après *Perez* d'une grande vésicule (noyau primitif), contenant un noyau formé d'une partie de la substance du noyau primitif.

Mes observations ne concordent pas tout à fait avec celles-ci. Ce mode de développement ne se rencontre pas non plus chez le *R. teres* que *Perez* a observé. Chez cette espèce, comme chez toutes celles que j'ai eu l'occasion d'étudier, le fond du tube sexuel est toujours garni de vésicules munies d'un noyau assez volumineux. C'est une vésicule ou cellule nucléée, et non un nucleus, qui est la formation primordiale. C'est du reste déjà de cette ma-

[1] *Perez*, loc. cit., p. 273.

nière que plusieurs auteurs avaient décrit le fond de la glande sexuelle. Nous verrons plus loin comment de ces cellules dérivent les zoospermes, pour le moment, restons dans les généralités.

Un autre point qui a été très-discuté était la pénétration des zoospermes dans l'œuf. Les œufs femelles une fois formés, abandonnent les ovaires et passent par les trompes à l'extrémité desquelles se trouve un renflement remplissant les fonctions de receptaculum seminis; c'est là qu'a lieu la fécondation.

*Nelson*[1], *Meissner*[2], *Thompson*[3], prétendaient que les zoospermes pénétraient dans l'œuf par un micropyle, d'autres soutenaient le contraire. *Bischoff*, après avoir nié la pénétration de la façon la plus formelle[4], finit par l'affirmer[5]. *Claparède* pensait que si les zoospermes ne pénétraient pas intégralement, il se pourrait qu'une substance émanant d'eux, pénétrât seule. Ce sujet avait un intérêt tout particulier, par le fait, qu'il n'était pas limité aux nématodes, mais s'étendait à presque tous les animaux; aussi de nombreuses recherches ont-elles été faites sur ce sujet, et la pénétration a été prouvée chez quelques vertébrés et invertébrés. *Schneider* la démontre chez beaucoup de nématodes, mais pour nos petites formes il dit[6]: « Chez

[1] *Nelson*, loc. cit.

[2] *Meissner*, Beobachtung über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. Zeitsch. f. wiss. Zool., 6ter Band, 1854

[3] *Thompson*, loc. cit.

[4] *Bischoff*, Wiederlegung des von Dr Keber und Dr Nelson behaupteten Eindringen der Spermatozoiden in das Ei. Giessen, 1854.

[5] Bestätigung des von Dr Newport und Dr Barry behaupteten Eindringen der Spermatozoiden in das Ei. Giessen, 1854.

[6] Bei Leptodera und Pelodera kann man nur so viel sehen, dass das Vorderende der Eier beim Passiren der Tuba ganz hyalin ist. *Schneider*, Monog., p. 283.

« les Leptodera et les Pelodera on peut uniquement voir « que l'extrémité antérieure de l'œuf est transparente « lorsque celui-ci traverse les trompes. »

J'ai bien vu aussi cet espace plus lucide à l'un des pôles de l'œuf, mais je ne me crois pas en droit d'affirmer que c'était un zoosperme que j'avais devant les yeux, et sans vouloir donner tort à *Schneider*, car je crois à la pénétration, je dirai seulement que ce fait n'est pas prouvé pour les Rhabditis.

Le tube sexuel est doué d'un mouvement péristaltique très-prononcé, lequel sert, sinon à faciliter la pénétration, du moins à augmenter le contact des deux produits sexuels.

En ce qui concerne la prétendue parthénogenèse, *Schneider* nous montre qu'on ne la rencontre chez aucun nématode, mais que les espèces chez lesquelles on croyait avoir observé ce mode de reproduction étaient hermaphrodites. Il s'arrête là, et si l'on en excepte *Ascaris nigrovenosa*, il ne s'occupe pas davantage de ces espèces intéressantes; il ne les nomme même pas, ne sachant pas comment les faire rentrer dans son système essentiellement artificiel. Les caractères génériques sont pour lui la plus ou moins grande longueur de la queue, qui dépasse ou ne dépasse pas les ailes membraneuses, ainsi que le nombre et la disposition des papilles à la queue des mâles. Nos espèces étant hermaphrodites, et présentant dans leur forme extérieure tous les caractères des femelles et aucuns des mâles, il est en effet très-difficile de leur trouver une place dans le système. Ne pouvant les introduire dans aucun de ces genres, je crois devoir relever l'ancienne classification de *Dujardin* et les faire rentrer dans le genre Rhabditis que *Schneider* avait cru

devoir laisser tomber et qui, je trouve, a plus sa raison d'être, et des caractères plus naturels que les genres *Leptodera* et *Pelodera*. *Schneider* lui-même parle rarement de ces deux genres isolément, dès qu'il remarque quelque chose sur l'un d'eux, il ne tarde pas à faire la même observation sur l'autre, ce qui prouve leurs affinités réciproques et justifie en quelque sorte l'unité de genre établie par *Dujardin*.

J'ai cherché à trouver si d'autres Rhabditis que les *R. ascaridis nigrovenosæ* et *Lept. appendiculata* (Schn)[1], faisaient des migrations, et vivaient tantôt en parasites, tantôt en liberté sous une forme toute différente de la génération parasite. L'une des générations étant hermaphrodite et l'autre à sexes séparés, je n'ai malheureusement encore obtenu aucun résultat. J'ai enfermé des mollusques, des larves d'insectes, des lombrics, etc., dans des vases contenant des Rhabditis de plusieurs espèces et en très-grand nombre, mais la dissection de ces animaux ne m'a rien révélé. Il me semble cependant par analogie qu'il est, sinon certain, du moins probable que de telles migrations doivent se faire, et j'espère arriver un jour à les découvrir ; ce développement biologique, si je puis me servir de cette expression, étant du plus haut intérêt.

Après ce rapide exposé des traits généraux des Rhabditis, occupons-nous de chaque espèce en particulier.

### *Rhabditis terricola* (Duj.).

Longueur de l'individu adulte $1^{mm},25$ à $2^{mm},30$[2]. La

[1] *Claus*, Beobachtung über die Organisation und Fortpflanzung von Leptodera appendiculata. Marburg, 1869.

[2] La longueur de l'individu adulte, ainsi qu'on vient de le voir, est sujette à de nombreuses variations, car pour cette espèce, comme pour

bouche est munie de six lèvres peu saillantes. Vestibulum long de $0^{mm},028$, tapissé de parois de chitine assez épaisses. Œsophage long de $0^{mm},26$, formant à la moitié de sa longueur un premier renflement dans lequel les fibres musculaires sont plus marquées que dans le reste de son étendue, mais qui ne contient aucun appareil triturant. Le second renflement (Bulbus) contient, comme d'ordinaire chez les Rhabditis, une triple armure chitineuse servant à broyer les aliments. Elle est mise en mouvement par des fibres musculaires rayonnant à la périphérie du Bulbus.

L'intestin est composé de deux rangées de grosses cellules polygonales comme chez les Rhabditis à sexes séparés, et non pas de petites cellules polyédriques comme chez la génération hermaphrodite de l'*Ascaris nigrovenosa*. Le lumen est tapissé par une membrane homogène que *Perez* a très-bien représentée dans sa figure 10.

La queue est relativement assez courte : de son extrémité à l'anus elle mesure $0^{mm},15$. Autour du rectum on trouve un certain nombre de cellules nucléées, lesquelles se rencontrent assez généralement chez les Rhabditis et sur la nature desquelles on a émis plusieurs opinions, cellules ganglionnaires, glanduleuses, etc. Je ne puis rien dire de positif sur ce point, mais je pencherais plutôt vers la seconde hypothèse.

les Rhabditis en général, la croissance dure à peu près pendant toute la vie. L'œsophage ne varie pas ou presque pas de longueur, ce qui s'explique très-bien. L'augmentation de volume du corps n'est pas une croissance proprement dite, mais plutôt un relâchement de ses parois, causé par la pression des organes sexuels dans lesquels les œufs s'accumulent de plus en plus. L'œsophage, dont les parois sont très-musculeuses, résiste à cet allongement, et l'intestin plus faible suit seul l'extension du tube cutano-musculeux qui compose les parois du corps.

Le porus excretorius est situé au côté ventral, un peu au-dessus du bulbus. Autour de l'œsophage on remarque un assez grand nombre de cellules ganglionnaires.

La couche musculaire, qui tapisse les parois du corps, est presque toujours parfaitement distincte: on la voit très-nettement composée d'une couche fibrillaire mince et d'une couche médullaire vésiculeuse. Outre ces muscles on rencontre encore des fibrilles s'insérant aux parois du corps et au tube digestif. Elles servent non-seulement à maintenir ce dernier dans sa position, mais aussi à lui faire faire quelques mouvements servant peut-être à la circulation. Autour de l'œsophage en particulier on voit un assez grand nombre de ces fibres musculaires.

L'appareil sexuel qui, dans le début n'existait que sous la forme d'une cellule située au milieu du corps, à l'endroit qui sera occupé par le vagin, l'appareil sexuel dis-je grandit et s'étend vers les deux extrémités de l'animal. D'après *Schneider* il se compose d'une colonne de germes (*Keimsäule*) et d'un stroma. Ce dernier, qui formera plus tard l'épithélium des trompes et de l'utérus, est très-clair et transparent, la colonne au contraire, destinée à former les cellules-mères des zoospermes, est plus foncée. Ces parties vont toujours en s'étendant, et enfin on distingue nettement les vésicules dont j'ai parlé plus haut, et nulle part les noyaux isolés de *Perez*. Ces vésicules augmentent de taille à mesure qu'elles s'éloignent des extrémités du tube et dans leur intérieur se fait un dépôt de granulations représentant le vitellus de l'œuf femelle. Elles sont les cellules de développement des zoospermes et se composent d'une membrane très-délicate [1] contenant le vi-

[1] Pour distinguer cette membrane il faut observer ces cellules dans l'eau : elles se gonflent, souvent elles éclatent et la membrane se voit assez facilement.

tellus et un nucléus. Ces cellules dans une grande étendue du tube sont reliées les unes aux autres par un rachis très-faible et qui peut facilement passer inaperçu.

Le tube sexuel à ce point de son développement représente physiologiquement le testicule des espèces à sexes séparés.

Enfin nous arrivons au point où se fait la multiplication de ces cellules-mères des zoospermes. *Schneider* ne nous dit presque rien sur ce sujet[1]. « En ce qui concerne « cette division pour Leptodera et Pelodera on peut seule- « ment dire que les plus grosses masses restent granulées, « et se décomposent en masses plus petites semblables. »

*Perez* non plus n'a pas pu voir le mode de multiplication des cellules-mères des zoospermes. *Claparède*, *Meissner*, *Bischoff* l'ont bien vu, mais leurs observations, qui du reste diffèrent beaucoup les unes des autres, se rapportent à d'autres genres: *Ascaris mystax*, *A. suilla*, *Mermis albicans*, *Strongylus auricularis*, etc., chez lesquelles la multiplication se fait tout autrement que chez nos Rhabditis.

Pour le *R. terricola* j'ai réussi à suivre pas à pas les phénomènes de la segmentation. Nous avons vu plus haut que les vésicules ou cellules de développement des zoospermes grandissent à mesure qu'elles avancent dans le tube sexuel. Le noyau persiste pendant très-longtemps, et c'est seulement au moment où va commencer la segmentation qu'il disparaît. La cellule s'allonge, s'étrangle à son milieu et enfin se divise en deux sphères qui ont

[1] Ueber diese Theilung lässt sich bei Leptodera und Pelodera nichts weiter berichten als dass die grossen Portionen gleichmässig körnig bleiben und in gleiche kleinere zerfallen. *Schneider*. Monog., p. 272.

tout à fait la même apparence que la cellule-mère, sauf qu'elles sont plus petites [1]. Ces petites sphères ne sont pas encore les spermatozoïdes, elles doivent se diviser encore une fois.

La seconde segmentation se fait de la même manière que la première, et immédiatement après, mais elle est plus difficile à remarquer, soit à cause de la petitesse des cellules, soit à cause de la rapidité avec laquelle elle s'accomplit. Le résultat de cette seconde segmentation est la production de deux petites sphères à contenu granulé, dans lesquelles on voit un petit noyau très-réfringent. Ces sphères ne sont autres que des zoospermes parfaits.

Ce mode de segmentation de la cellule-mère est intéressant par le fait que dès la première division les sphères de segmentation deviennent libres et, sauf la taille, sont tout à fait semblables aux cellules-mères non segmentées. Les zoospermes ainsi produits se rassemblent à l'entrée des trompes, en attendant là le passage des œufs. Ils ne subissent pas toutes les modifications que *Claparède* nous a si bien représentées pour ceux de l'*A. suilla* et du *Strongylus auricularis* [2]. Ils restent sphériques, et leur petit nucléus devient de plus en plus distinct.

Dès que la production des zoospermes s'arrête, le fond

[1] Pour observer cette segmentation on doit isoler les cellules-mères, car elles ne sont pas assez distinctes dans le tube sexuel. Le meilleur moyen est de couper en deux l'animal à l'endroit où se fait la segmentation. Quelques cellules sortent du tube, et il arrive quelquefois qu'il s'en trouve une ou deux en train de se segmenter. Dans l'eau, avons-nous vu, les cellules se gonflent et se décomposent. Pour parer à cet inconvénient, je me servais de blanc d'œuf délayé dans un peu d'eau.

[2] *Claparède*, loc. cit., pl. V.

du tube sexuel s'élargit un peu, et produit des ovules femelles sans qu'il y ait aucune interruption dans la production. Il est difficile, sinon impossible de dire exactement le moment de ce changement, tant les ovules mâles et femelles se ressemblent. Le rachis s'élargit beaucoup, il occupe environ $^1/_5$ de la largeur totale du tube sexuel. C'est à la présence de ce fort rachis que l'on reconnaît le mieux que cette glande a fini de fonctionner comme organe mâle.

En ce qui concerne les œufs, je n'ai rien de particulier à dire : ils croissent, puis se segmentent comme chez les espèces déjà connues. La membrane vitelline ne se forme qu'après la fécondation et reste toujours très-mince. Les trompes, de même que chez les rhabditis à sexes séparés, sont tapissées par deux rangées de grandes cellules hexagonales à contours bien déterminés. Les œufs sont relativement petits, $0^{mm},061$ de longueur, $0^{mm},043$ de largeur, aussi sont-ils contenus en très-grand nombre dans un seul individu, souvent plus de cent. Ils séjournent assez longtemps dans les utérus et s'y développent. La segmentation se fait très-régulièrement [1]. Sur un seul *R. terricola*, fonctionnant comme femelle, on peut suivre toutes les phases du développement jusqu'à la naissance des embryons. Ces derniers sortent des œufs dans le corps de la mère et ne tardent pas à arriver au dehors en passant par la vulve, cela lorsque l'uterus est bien garni, mais lorsqu'il est moins rempli, et que, par conséquent, aucune pression n'est exercée sur les jeunes, ceux-ci séjournent encore longtemps dans le corps maternel, et de même que

[1] Je ne reviens pas sur le développement de l'œuf après la fécondation, développement qui a été déjà plusieurs fois décrit. (Voir *Schneider*, Monog., p. 290 et suiv.)

ceux du *R. ascaridis nigrovenosæ*, ils détruisent tous les organes de leur mère. Il n'est pas rare d'en rencontrer ainsi emprisonnés, qui sont à leur seconde mue : je dirai même plus, il m'est arrivé d'en voir qui n'abandonnaient les restes décomposés de leur mère, que lorsqu'ils étaient prêts eux-mêmes à se reproduire, c'est-à-dire lorsque leurs utérus étaient remplis d'œufs. Toute la période pendant laquelle ils avaient fonctionné comme mâles, et le commencement de celle pendant laquelle ils ne remplissaient plus que les fonctions de femelles, s'était écoulée dans le corps maternel.

Il arrive, quand les utérus sont remplis outre mesure, que les œufs sont chassés au dehors avant l'éclosion. S'ils ont atteint un certain degré de développement, c'est-à-dire si l'embryon est déjà bien visible dans leur intérieur, ils continuent à se développer aussi bien que s'ils étaient restés dans le corps de leur mère.

### *Rhabditis Leuckarti (n. sp.)*[1].

Longueur de l'individu adulte $0^{mm},90$ à $1^{mm},30$. La bouche, comme chez l'espèce précédente, est munie de six lèvres peu saillantes. Le vestibulum est court, $0^{mm},006$, à parois chitineuses assez fortes. L'œsophage long de $0^{mm},17$, présente outre le bulbus deux renflements se suivant immédiatement. Le bulbus contient, comme chez le *R. terricola*, une triple armure chitineuse. L'intestin est aussi composé de deux rangées de cellules polygonales.

[1] Je suis heureux de pouvoir adresser ici publiquement mes remerciements à M. le professeur Leuckart pour l'extrême obligeance avec laquelle il a bien voulu me recevoir dans son laboratoire pendant cet hiver 1872, et lui exprimer ma reconnaissance pour les précieux conseils qu'il a bien voulu me donner.

La queue est relativement plus longue et plus effilée que chez le *R. terricola*, $0^{mm},12$ de l'anus à son extrémité. On trouve aussi des cellules autour du rectum. Centre nerveux bien développé, entourant l'œsophage. Porus excretorius à la hauteur du bulbus.

La formation des zoospermes est dans cette petite espèce encore moins distincte que chez la précédente. On voit au fond du tube sexuel, lorsqu'il commence à fonctionner comme organe mâle, les cellules-mères des zoospermes groupées trois à quatre sur un même plan, comme si elles tenaient à un rachis, mais il m'a été impossible de reconnaître l'existence de ce dernier, je crois même pouvoir affirmer qu'il manque entièrement. Outre les ovules, à l'axe du tube, on remarque une ligne plus sombre, formée par une accumulation de granules. Peut-on considérer cela comme un rachis ? je ne le crois pas, car les ovules ne semblent pas y être fixés. Cette ligne foncée devient de plus en plus marquée, à mesure que l'on descend dans le tube. Quand notre ver avance en âge, c'est-à-dire lorsqu'il fonctionne comme femelle, cette ligne devient moins bien limitée, tout le tube prend une teinte foncée provenant de l'accumulation des granules vitellins dans les ovules.

La segmentation des cellules-mères en quatre cellules-filles se fait comme chez l'espèce précédente.

Une fois la production des spermatozoïdes terminée, les ovules femelles apparaissent. Ils sont plus grands que les ovules mâles (ou cellules de développement des zoospermes), tellement que, loin d'être contenus trois à quatre sur un même plan, il n'y en a qu'un seul. Ils sont disposés en rangées alternantes, c'est-à-dire que l'un touche la paroi de droite, l'autre celle de gauche et ainsi de suite.

Rarement on en voit deux, à côté l'un de l'autre, et on ne trouve aucune trace de rachis. L'absence de rachis nous conduit à penser qu'il n'est pas une partie absolument nécessaire à la formation des zoospermes et des œufs, ainsi que le croyaient plusieurs auteurs. Dans la partie inférieure du tube, les granules vitellins s'amassent en assez grand nombre, l'œuf grandit de plus en plus, et enfin arrive au point où il sera fécondé.

La segmentation de l'œuf se fait comme chez l'espèce précédente, il en est de même pour la formation de l'embryon, seulement au lieu d'être vivipare le *R. Leuckarti* est ovipare. Les œufs dans notre espèce sont à peu près aussi grands que ceux du *R. terricola* $0^{mm},05$, tandis que le ver lui-même reste sensiblement plus petit. On rencontre rarement des individus contenant plus de trente œufs (généralement guère plus de quinze), or si les œufs devaient éclore dans le corps de la mère, le nombre des descendants serait très-restreint et l'espèce en souffrirait dans le nombre de ses représentants.

Il n'est pas rare de surprendre un individu pendant la ponte; on voit alors les œufs franchir très-rapidement le vagin et la vulve, pour arriver à l'extérieur. Quelquefois il pond les œufs à d'assez grands intervalles les uns des autres, mais il est encore plus fréquent de voir plusieurs œufs abandonner les utérus dans un très-court espace de temps.

La segmentation et le développement de l'embryon dans l'œuf est plus rapide que chez le *R. terricola*, ce qui contribue encore à égaliser la puissance reproductrice de ces deux espèces.

## *Explication des figures.*

Fig. 1. Portion antérieure du *R. terricola.*
*v.* Vestibulum.
*œ.* Œsophage avec fibres musculaires transversales.
*b.* Bulbus muni de son appareil triturant.
*i.* Intestin.
*n.* Centre nerveux avec cellules ganglionnaires.
*m.* Muscles qui tapissent les parois du corps.
*f.m.* Fibrilles musculaires fixant l'œsophage aux parois du corps.
*p.e.* Porus excretorius.
Fig. 2. Portion antérieure du *R. Leuckarti*[1].
Fig. 3. Portion postérieure du *R. terricola.*
*a.* Anus.
*g.* Cellules glandulaires.
Fig. 4. Portion postérieure du *R. Leuckarti.*
Fig. 5. A. Cellule de développement des zoospermes.
B. Zoosperme.

[1] Les lettres des fig. 2 et 4 ont la même signification que celles des fig. 1 et 3.

## RECHERCHES

# CHIMIQUES ET CRISTALLOGRAPHIQUES

## SUR DIVERS SELS

PAR

**M. H. TOPSOE**

(Extrait par l'auteur[1].)

---

*Hyposulfate de fer*, $FeS^2O^6 + 7H^2O$. Ce sel, auquel Heeren avait attribué antérieurement la formule $FeS^2O^6 + 5H^2O$, cristallise sous des formes appartenant au système triclinoédrique. Ses cristaux perdent dans l'air sec une molécule d'eau. Les éléments cristallographiques sont :

$$a : b : c : = 1 : 0,4498 : 0,4243$$

$$001 : 010 = 81°2'. \quad 001 : 100 = 62°52'. \quad 100 : 010 = 102°43',5.$$

$$\xi = 107°\ 10',5. \quad \eta = 120°\ 36'. \quad \zeta = 70°\ 38',5.$$

Formes observées :

(100) (110) (010) (011) $(0\bar{1}1)$ (211) (001) (101) $(\bar{2}01)$

Les cristaux sont aplatis suivant (100) ou (110) qui sont en même temps les directions de clivage.

Les *hyposulfates de nickel, de zinc, de magnésium* ont pour formule : $MS^2O^6 + 6H^2O$, et sont parfaitement isomorphes avec le sel de manganèse décrit antérieurement par M. Marignac.

[1] Le mémoire contenant le détail des observations dont M. Topsöe a eu l'obligeance de nous envoyer un résumé, doit être publié prochainement, s'il ne l'est déjà, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Vienne*. C. M.

Les éléments cristallographiques sont :

| | Sel de nickel. | Sel de magnésie. |
|---|---|---|
| $a : b : c :$ | $= 0,6842 : 0,9819 : 1$ | $0.6895 : 0,9858 : 1$ |
| $001 : 010$ | $= 88° 38'$ | $89° 44'$ |
| $001 : 100$ | $= 61 \ 43$ | $61 \ 48$ |
| $100 : 010$ | $= 86 \ 75$ | $86 \ 27$ |
| $\xi$ | $= 89° 29'$ | $89 \ 32$ |
| $\eta$ | $= 118 \ 15,2$ | $118 \ 10$ |
| $\zeta$ | $= 93 \ 37$ | $93 \ 21$ |

Formes observées :

(110) (110) (100) (011) (112) ($\bar{1}01$) ($1\bar{1}2$) (011)

parfois aussi la base (001) pour le sel de magnésie.

Quelques angles seulement ont été mesurés pour le sel de zinc et établissent son isomorphisme parfait avec les précédents.

Tous ces sels offrent des clivages parfaits parallèlement aux faces (100), (110) et (110). Ils forment ordinairement, comme le sel de manganèse, des prismes ou aiguilles striées, un peu aplaties suivant (110) ou (100), et le plus souvent sans faces terminales.

*L'hyposulfate de cadmium*, $CdS^2O^6 + 6H^2O$, cristallise sous des formes qui ne semblent pas pouvoir être rapprochées des précédentes, bien qu'elles appartiennent au même système cristallin. Les cristaux, sur lesquels j'ai observé les formes (100), (010), (110), (001), ($2\bar{1}1$), (011), sont ordinairement aplatis suivant (100) ; les faces ($\bar{2}11$) et (011) sont rarement bien développées.

Les éléments, dont la détermination exacte présente assez de difficulté par suite de la déliquescence des cristaux, sont :

$$a : b : c = 1 : 0,8315 : 0,8146$$
$$001 : 010 = 90°45' ; 001 : 100 = 73°13' ; 100 : 010 = 112°17',5.$$
$$\xi = 96°15',5 \quad \eta = 107°52' \quad \zeta = 66°55'.$$

Clivage facile parallèle aux faces (100), un peu moins parfait suivant (110).

*L'hyposulfate de cobalt*, auquel Heeren avait attribué la formule $CoS^2O^6+6H^2O$, cristallise, suivant mes recherches, à la température ordinaire, avec 8 molécules d'eau; mais les cristaux s'effleurissent à l'air sec et perdent dans un dessiccateur au-dessus de l'acide sulfurique 2 molécules d'eau. Les cristaux tabulaires, doublement obliques, se distinguent par le petit nombre de faces, savoir : (001), (100), (010), (1$\bar{1}$0), (111), parmi lesquelles les deux dernières sont très-peu développées. Les éléments sont :

$$a : b : c = 1 : 0,8682 : 0,9748$$
$$001 : 010 = 72°24' : 001 : 100 = 89°10' : 100 : 010 = 74°39'.$$
$$\xi = 108°14 \quad \eta = 85°12' \quad \zeta = 106°4'.$$

Les cristaux se clivent très-facilement suivant les faces (001) et (100).

Les *arseniates de potasse et d'ammoniaque*, $MH^2ASO^4$, dont les formes cristallines sont connues depuis les recherches de Mitscherlich, ont, suivant de nombreuses déterminations que j'ai exécutées, des dimensions tout à fait en accord avec celles des phosphates correspondants, de sorte qu'on observe ici les mêmes différences entre le sel de potasse et le sel d'ammoniaque :

Arséniate de potasse, $a : c = 1 : 0,6633$. $111 : \bar{1}11 = 57°52'$
» d'ammoniaque, $a : c = 1 : 0,7096$, $111 : \bar{1}11 = 60°\ 7'$

Le *chlorate de strontiane*, auquel M. Souchay, il y a

quelques années, avait attribué la formule $SrCl^2O^6+5H^2O$, cristallise, d'après mes recherches, sans eau de cristallisation, en octaèdres rhomboïdaux déliquescents, dont les arètes longitudinales sont tronquées par le prisme (110). Outre ces formes on observe des faces d'un autre octaèdre (311), comme des biseaux sur les angles latéraux à l'extrémité de l'axe *a*, qui cependant ne se trouvent qu'à la moitié supérieure des cristaux qui, par suite, sont hémièdres. La déliquescence des cristaux fait que les mesures ne peuvent être prises avec exactitude ; elles m'ont donné :

$$a : b : c = 1 : 0{,}9174 : 0{,}6003.$$

*Le chlorate bibasique de mercure*, $HgO.HgCl^2O^6+H^2O$, qu'on obtient en dissolvant du bioxyde de mercure en excès dans de l'acide chlorique étendu, cristallise par évaporation spontanée de la dissolution en cristaux limpides assez grands, dont les faces sont douées d'un éclat adamantin. Ils appartiennent au système rhombique ; les formes observées sont (010), (110), (100), (011), (031), (111). Les cristaux sont tabulaires suivant (010), tandis que les faces de la forme (111) sont très-petites,

$$a : b : c = 1 : 0{,}7974 : 0{,}6459.$$

Par l'action de l'eau chaude, le sel se décompose en séparant du bioxyde de mercure.

*Le bromate correspondant* s'obtient, soit en précipitant une solution de nitrate de bioxyde de mercure par le bromate de potasse, soit par la dissolution du bioxyde de mercure dans de l'acide bromique étendu, à l'acide de la chaleur. Le sel cristallise alors par refroidissement de la liqueur pendant que (dans le dernier cas) un sel neutre,

décrit par M. Rammelsberg, reste en solution. Les cristaux sont complétement isomorphes avec ceux du chlorate [$a : b : c = 1 : 0,7997 : 0,6278$], dont on observe aussi les formes chez le bromate à l'exception seule qu'au lieu du prisme horizontal (031) du chlorate, on trouve chez l'autre sel le prisme (012).

*Le bromate de cadmium* contient d'après mes recherches, 2 molécules d'eau — en analogie alors avec les observations de M. Wächter — tandis que M. Rammelsberg lui avait antérieurement donné la formule $CdBr^2O^6 + H^2O$. Il cristallise en prismes rhomboïdaux (110) dont les arrètes sont coupées par des faces de deux autres prismes (012) et (320), et qui sont terminés par des faces des prismes horizontaux (101), (201) et (011). Outre ces formes on rencontre souvent des faces d'octaèdre, savoir (111), (121) et (122). Les cristaux sont limpides, à faces très-éclatantes. Les dimensions sont $a : b : c = 1 : 0,9884 : 0,7392$.

*Le bromate de cuivre,* $CuBr^2O^6 + 6H^2O$, cristallise comme les bromates de magnésium, de zinc, etc., en octaèdres, dont les angles sont tronqués par des faces d'hexaèdre. Il ne jouit pas de réfraction double. M. Rammelsberg ne lui avait attribué que 5 molécules d'eau.

*Le sulfate de platinodiamine,* $Pt(NH^3)_4SO^4$ (sulfate de la base de Peyrone), cristallise comme l'a remarqué M. Peyrone en octaèdres quadratiques, dont les angles culminants sont tronqués par la base. Outre ces formes, on rencontre des faces des octaèdres (113) et (201). Les dimensions sont $a : c = 1 : 1,0250$ ($c$ axe vertical).

*Le séléniate d'ammoniaque neutre,* obtenu par saturation de l'acide sélénique et l'évaporation spontanée de la

solution, cristallise en prismes ou tables appartenant au système monoclinoédrique. Les formes que j'ai observées sont : la base (001), suivant laquelle les cristaux sont souvent tabulaires, le prisme (011), les deux hémipyramides (111) et (111), et les formes (100) et (101). Les dimensions sont $a : b : c = 1,2065 : 1 : 1,9013$, l'angle que font entre eux les axes obliques $a : c = 64°27'$. Les propriétés optiques confirment entièrement l'admission du système oblique. Quoique j'aie préparé ce sel plusieurs fois, je l'ai toujours obtenu sous ces formes, qui ne peuvent se rapporter aux cristaux rhombiques que M. von Lang a décrits il y a quelques années, et qui sont isomorphes avec le sulfate neutre d'ammoniaque. Il semble donc que le séléniate soit dimorphe, mais puisque je n'ai pas réussi à obtenir les cristaux rhombiques, j'ignore complétement les conditions sous lesquelles ils se forment. L'analyse des cristaux monoclinoédriques, qui ne contiennent, du reste, que de l'acide sélénique et de l'ammoniaque, et qui réagissent neutres au papier de tournesol, m'ont donné 43,7 p. c. de sélénium, ce qui s'approche assez des 44,1 p. c. qu'exige la formule.

*Le sulfate de Glucinium*, $Be\dot{S}O^4 + 4H^2O$. Les cristaux quadratiques sont des octaèdres dont les angles latéraux sont tronqués par des faces d'un prisme. Lorsqu'on prend l'octaèdre comme octaèdre inverse (101) et le prisme comme prisme normal (110) — ce qui semble convenable pour faire ressortir les rapports qui existent entre ce sel et le séléniate rhombique — les dimensions se trouvent, d'après un grand nombre de mesures, $a : c = 1 : 0,9461$ ($c$ axe vertical) $101 : 101 = 011 : 011 = 93°10.5'$.

*Le séléniate de Glucinium,* $BeSeO^4 + 4H^2O$. Les cristaux rhombiques sont des combinaisons de deux prismes (101) et (011) qui souvent sont développés de manière à former un octaèdre. Ils ressemblent complétement aux cristaux du sulfate, et se rapprochent également en ce qui concerne leurs angles des formes quadratiques : $a : b : c = 1 : 0,9602 : 0,9027$, $101 : 10\bar{1} = 95°51'$, $011 : 011 = 93°32'$. Il y a donc ici un nouvel exemple de cet isomorphisme entre des substances dont les formes appartiennent à différents systèmes cristallographiques, sur lequel M. Marignac a depuis longtemps appelé l'attention. Cependant, pour prouver que les rapports de symétrie, en dépit des opinions rigoureuses de quelques cristallographes, ne mettent pas dans la nature entre les divers systèmes des barrières infranchissables, et qu'ils ne s'opposent pas à élargir la notion exacte d'isomorphie de manière à embrasser tous les cas où on trouve des analogies dans les angles sans égard aux différences dans les systèmes cristallins, j'ai essayé de faire cristalliser ensemble ces deux sels, pour voir s'ils forment des « mélanges isomorphes. » Les nombreuses expériences que j'ai entreprises m'ont donné des résultats assez satisfaisants, savoir que les deux sels en question donnent aisément lieu à des combinaisons, dans lesquelles la proportion entre les deux acides varie suivant la composition de la solution, d'où elles ont cristallisé. Mais, comme les deux sels appartiennent à deux systèmes différents, les produits de leur réunion doivent nécessairement apparaître, tantôt avec des formes quadratiques, ce qui arrive lorsque la proportion de l'acide sulfurique s'élève au-dessus de 7,3 atomes pour un d'acide sélénique, tantôt sous des formes

rhombiques, toutes les fois que la quantité de l'acide sulfurique s'abaisse au-dessous de 4 atomes pour chaque atome d'acide sélénique.

Je me suis, du reste, proposé, puisque la question me semble avoir quelque intérêt, d'étendre ces recherches à d'autres substances, parmi lesquelles les chlorates de soude et d'argent, à ce qu'une expérience préliminaire m'a prouvé, semblent aussi pouvoir donner des combinaisons à composition variable.

LE

# MOUVEMENT APÉRIODIQUE

## DES AIMANTS AMORTIS

PAR

M. E. DU BOIS-REYMOND

(Suite [1].)

---

*Détermination plus exacte des conditions expérimentales dont dépend le mouvement apériodique des aimants.*

Pour entrer plus avant dans le sujet, il est nécessaire de remplacer dans ce qui suivra $2\varepsilon$ et $n^2$ par leurs valeurs. Nous avons déjà trouvé plus haut (25) la valeur de $n^2$, mais il convient de distinguer l'intensité permanente de l'aimant $\iota$ du magnétisme induit par la composante horizontale H du magnétisme terrestre $\eta$ H: leur moment pour des forces parallèles étant $m'$ il vient:

$$n^2 = \frac{(\iota + \eta\,\mathrm{H})\,m'\mathrm{H}}{\mathrm{M}}.$$

Appelant de plus $\mathfrak{m}'$ le moment exercé sur chaque unité d'intensité de l'aimant par le courant qu'il développe dans l'amortisseur par son mouvement de rotation, et $\varkappa$ une constante qui a entre autres facteurs, la constante d'induction et la conductibilité électrique de l'amortisseur, nous aurons :

$$2\varepsilon = -\left(-\frac{\varkappa\,\mathfrak{m}'^{2}(\iota+\eta\,\mathrm{H})^2}{\mathrm{M}}\right)$$

$$r = \frac{1}{2\mathrm{M}}\sqrt{\iota+\eta\,\mathrm{H}}\sqrt{\varkappa^2\,\mathfrak{m}'^{4}(\iota+\eta\,\mathrm{H})^3 - 4m'\mathrm{H}\,\mathrm{M}}$$

[1] Voyez pour la première partie, *Archives*, tome XLIV, p. 312.

On voit par cette formule que le mouvement de l'aimant devient d'autant plus vite apériodique que M et H sont plus petits. Pour réaliser cette condition on pourra employer l'une quelconque des méthodes propres à rendre l'aimant astatique, savoir celle des deux aiguilles inverses reliées ensemble, celle qui consiste à disposer l'axe de rotation de l'aimant dans la direction de l'aiguille d'inclinaison ou enfin l'approche d'un aimant secondaire inverse de celui de la terre. C'est cette dernière méthode que M. du Bois-Reymond a choisie de préférence, et qu'il a appliquée depuis longtemps à ses recherches sur l'électricité animale. Avec la boussole de Wiedemann[1] qui est munie d'un amortisseur très-puissant, on parvient très-facilement à produire le mouvement apériodique de l'aimant à miroir en approchant graduellement un aimant secondaire. Faisant partir l'aimant d'un point quelconque situé à 90° ou moins de sa position d'équilibre, on arrivera en approchant graduellement l'aimant secondaire à avoir d'abord un mouvement oscillatoire, puis seulement 3 ou 2 oscillations, puis plus d'oscillations du tout, l'aimant ne dépasse plus alors la position d'équilibre et le mouvement est devenu absolumemt apériodique. Plus le point dont part l'aimant est éloigné, plus il faudra approcher l'aimant secondaire pour réaliser le mouvement apériodique. Lorsqu'on approche trop l'aimant secondaire. l'aiguille de la boussole se renverse, mais auparavant on arrive à ce que $n = o$, $r = \varepsilon$ et à ce que l'aiguille se trouve dans l'état indiqué par la théorie et qui consiste en ce qu'il se meut comme un corps placé dans un milieu qui lui oppose une résistance proportionnelle à sa vitesse. Au

[1] Voyez *Wiedemann*, die Lehre vom Galvanismus, etc. Brunswick, 1863, tome II, p. 198.

delà le mouvement s'accomplit suivant les conditions indiquées par l'équation (5) et finit enfin par redevenir périodique.

Nous considérerons dans ce qui suit le *temps du retour au repos,* c'est-à-dire, le temps qui s'écoule entre le moment où il quitte un point où il était au repos pour se porter sur sa nouvelle position d'équilibre, et celui où il n'est plus séparé de cette position d'équilibre que par un intervalle inappréciable. Il est important de connaître les conditions expérimentales dont dépend la prolongation plus ou moins grande de cet intervalle de temps. Il est d'autant plus grand que le point de départ $\xi$ est plus éloigné. Ainsi, avec l'aimant à miroir que nous décrirons plus loin, l'aimant secondaire étant à $298^{mm},5$ de distance, le temps du retour au repos a été pour

$$\xi = 25^{\text{divis.}}, \text{ de } 4^{\text{sec.}},2\,; \quad \xi = 500^{\text{divis.}}, \text{ de } 5^{\text{sec.}},2.$$

Un autre moyen de produire l'apériodicité est de rendre le moment d'inertie M aussi petit que possible. Le temps du retour au repos d'un aimant à mouvement apériodique est rendu sensiblement plus petit, si le moment d'inertie est diminué. Si on pose dans l'équation (12) $\varepsilon = \frac{\alpha}{M}$, $\alpha$ étant une constante et que l'on différencie par rapport à M, on a pour $\frac{dx}{dM}$ une valeur positive : $x$ pour un même temps est d'autant plus petit que M lui-même est plus petit. L'expérience confirme cette conclusion.

Il est facile de reconnaître également qu'à partir du cas extrême $r = 0$, $x$ croît constamment pour un temps donné $t$, jusqu'à $r = \varepsilon$, le retour au repos dure d'autant plus longtemps que $n$ est plus petit, jusqu'à ce que l'aimant devenu absolument astatique demeure au repos dans

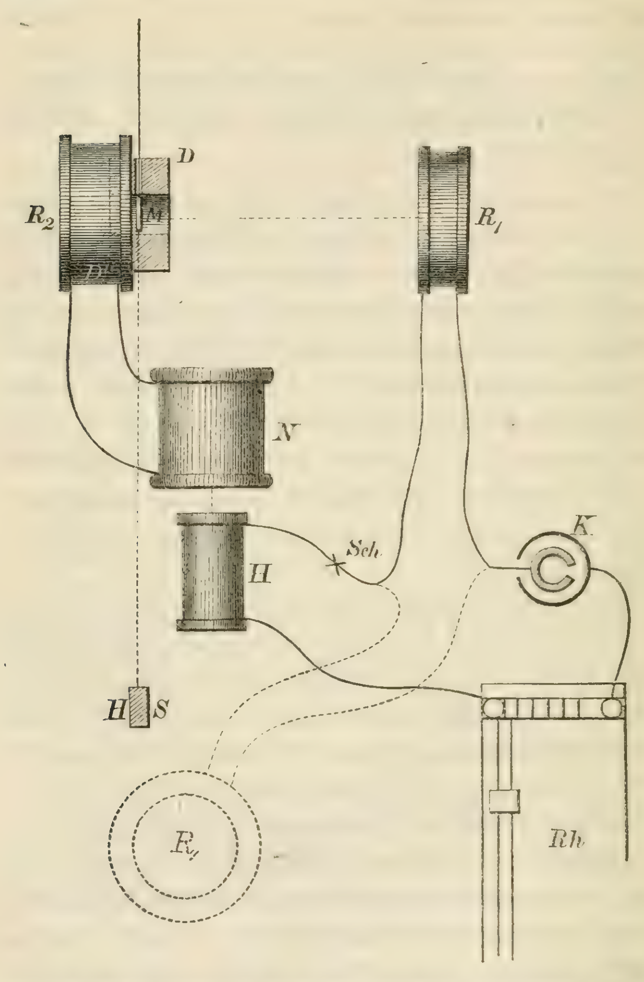
toute position. De plus, on voit sans peine que le temps nécessaire au repos croît rapidement lorsque la distance de l'aimant secondaire diminue.

*Confirmation des résultats théoriques obtenus pour le mouvement apériodique des aimants dans le cas d'une vitesse initiale.*

Si on fait agir sur un aimant à mouvement apériodique un courant électrique constant d'une durée suffisante, on voit cet aimant tendre lentement et sans oscillation à la nouvelle position d'équilibre déterminée par le courant comme lorsqu'après l'avoir dévié d'une certaine quantité de sa position d'équilibre on l'y laissait retomber. Seulement, lorsque $\varepsilon$ est précisement égal à $n$ et que la déviation produite par le courant est très-grande, l'aimant dépasse d'une très-petite quantité la position d'équilibre. Cela tient à ce que l'amortissement diminue avec une déviation croissante.

Pour pouvoir régler convenablement la vitesse initiale $c$ et la déviation $\xi$, j'employai la disposition représentée dans la figure 4. Dans cette figure M est l'aimant miroir, DD' son enveloppe amortissante de cuivre, HS la section de l'aimant secondaire, K une pile de Grove, *Sch* une clef, *Rh* un rhéochorde, H la bobine principale, N la bobine secondaire d'un inducteur à traîneau d'un grand modele. Les portions de l'appareil qui agissent d'une manière appréciable l'une sur l'autre sont reliées par des droites pointées : nous appellerons B la distance entre H et N prise de milieu à milieu. Lorsque l'interrupteur est fermé, la bobine $R_1$ fait dévier l'aimant. En ouvrant l'interrupteur, on laisse retomber l'aimant et on lui communique en même temps une vitesse initiale de même sens que la force di-

rectrice par suite du courant induit en N auquel on a soin de donner une direction convenable.




On peut régler de deux manières la déviation et l'impulsion communiquée au retour, la première à l'aide du rhéochorde ou par le déplacement de $R_1$, la seconde par

le déplacement de l'une ou de l'autre des bobines H et N. Avec cette disposition on peut réaliser les différents cas considérés dans l'exposition théorique que nous avons donnée de ce sujet et contrôler exactement les résultats obtenus.

On amène d'abord la bobine $R_1$ dans une position telle qu'elle ne puisse plus absolument influer sur l'aimant. c'est ce qu'indique la portion ponctuée de la figure. La bobine H se trouve d'une manière permanente dans une position telle qu'elle ne peut influencer cet aimant. De plus on éloigne N de H suffisamment pour que le dit aimant reste immobile lorsqu'on ouvre et ferme le commutateur. Ensuite on ramène $R_1$ à la position voulue et on règle le courant à l'aide du rhéochorde de façon à ce que le miroir soit dévié jusqu'à l'extrême limite de l'échelle. En ouvrant puis fermant à plusieurs reprises *S c h*, on le fait tomber plusieurs fois de la même hauteur et on cherche la position à donner à l'aimant secondaire pour que le mouvement commence à devenir apériodique, cela étant. on peut faire les deux expériences suivantes.

*1re Expérience.* Ayant à la boussole une déviation quelconque $\xi$, réglée à volonté avec le rhéochorde, on approche la bobine secondaire N de H suffisamment pour que, à l'ouverture du circuit, l'aimant en retombant ne dépasse le zéro que de la plus petite quantité appréciable : soit B′ la distance établie pour ce résultat-là entre H et N. L'équation ci-dessus $c = \varepsilon\, \xi$ se réalise dans ce cas très-exactement, de plus, en vertu de la disposition de l'expérience $c$ est ici proportionnel à $\xi$, c'est-à-dire, qu'on a aussi $c = a\, \xi$, $a$ étant une constante, par conséquent, aussi $\varepsilon = a$. Ainsi donc, une fois B′ déterminé pour un $\xi$ quelconque, on pourra changer $\xi$ avec le rhéochorde, sans

que pour cela l'aimant cesse, quel que soit le point dont il retombe, de ne dépasser le zéro que d'une quantité à peine sensible. L'expérience comme le calcul démontrent, et d'ailleurs cela va de soi, que la durée du retour au repos est plus petite avec que sans vitesse initiale.

2[me] *Expérience.* Les conditions ci-dessus se trouvant remplies et quelle que soit la déviation $\xi$ qu'on eût à ce moment-là, on amène la bobine $R_1$ dans la position indiquée par lignes ponctuées et dans laquelle elle n'exerce plus aucun effet sur l'aimant. L'impulsion communiquée précédemment à l'aimant en $\xi$ se trouve maintenant au zéro : il y a déviation en sens inverse de $\xi$ : soit x cette déviation, on a

$$\mathrm{x} = x_{max} = \frac{c}{\varepsilon e}$$

$c$ est proportionnel à $\xi$, donc $\xi = const. \times \mathrm{x}$, quelque soit $\xi$.

Une longue série d'expériences a absolument confirmé cette formule dans la limite des erreurs d'observation.

Reste a évaluer la constante de l'équation que nous venons de démontrer, on tire cette valeur de $c = \varepsilon\,\xi$ et $x = \frac{c}{\varepsilon e}$ qui donnent $const. = e$ et conduisent à la formule remarquable

$$\frac{\xi}{\mathrm{x}} = e$$

si $\xi = e^2$, $\mathrm{x} = e$, c'est-à-dire, que dans ce cas la lecture à l'échelle du galvanomètre doit donner directement la base des logarithmes naturels, et c'est en effet ce que montre l'expérience.

Sur d'autres points encore l'expérience s'est trouvée en parfait accord avec la théorie mathématique exposée dans la première partie de ce travail.

Il est à peine nécessaire de faire ressortir en terminant les avantages de l'emploi des aimants amortis et en particulier du procédé qui vient d'être exposé. Au lieu des indications variables à chaque instant et souvent incertaines d'un galvanomètre à aiguille oscillante, on a, avec l'emploi du procédé recommandé par M. Du Bois-Reymond, les mouvements lents et réguliers de l'aimant amorti. En réalisant dans l'appareil la condition $n = \varepsilon$, c'est-à-dire, en diminuant la force directrice juste assez pour que le mouvement devienne apériodique mais pas au delà, on a encore l'avantage de diminuer autant que possible le temps nécessaire à l'aimant pour arriver à être au repos dans sa nouvelle position d'équilibre. L'emploi d'un aimant à mouvement apériodique est tout particulièrement avantageux pour la mesure des forces électromotrices au moyen de la méthode de M. Poggendorff, modifiée par M. Du Bois-Reymond, et pour la mesure des resistances par le pont de Wheatstone : il est bon aussi pour des expériences démonstratives devant une nombreuse assemblée.

Dans un nouveau mémoire sur ce sujet M. Du Bois-Reymond donne la discussion générale de l'équation différentielle : ce travail n'ayant pas révélé de fait nouveau et ne présentant qu'un intérêt purement mathématique, nous nous bornons à y renvoyer le lecteur.

Avant d'abandonner ce sujet, nous citerons quelques lignes d'une lettre de M. Du Bois-Reymond à la Rédaction des *Archives*. « Un point assez important à noter, dit cette lettre, c'est qu'on peut observer le mouvement apériodique sans lunette, à l'œil nu et changer ainsi un phénomène, pour ainsi dire, microscopique en un phénomène très-palpable ou *macroscopique*. Il n'y a pour cela

qu'a donner à $\varepsilon$ une valeur considérablement plus grande que $n$ en rapprochant l'aimant condensateur et à introduire la bobine de la boussole dans le circuit d'un courant assez intense pour produire une déviation de 90°. En ouvrant alors le circuit, on voit l'aimant se remettre en place sans oscillation aucune: lorsqu'on ferme le circuit, il y a des oscillations de part et d'autre de la position équatoriale parce que la masse creuse de l'amortisseur n'est pas de forme sphérique mais cylindrique.

« On peut remarquer aussi qu'il ne serait peut-être pas impossible, en pratique, de fabriquer des lames aimantées assez minces pour se mouvoir apériodiquement en présence d'un amortisseur puissant (en argent par exemple) sans l'aide d'un aimant compensateur et seulement en vertu du rôle que joue le moment d'inertie dans une de mes formules.

Enfin, il est opportun de mentionner ici les nouveaux galvanomètres de Sir William Thomson, dans lesquels une lame de verre argentée excessivement mince, au revers de laquelle est collé un morceau de ressort de montre aimanté, également aussi léger que possible, est suspendu dans un chambre qui ne lui laisse que l'espace nécessaire pour se déplacer de quelques degrés. C'est la résistance de l'air dans ce cas qui rend le mouvement apériodique. Mais cet appareil ne comporte pas l'emploi d'une lunette, les observations se faisant au moyen de la lumière réfléchie. De plus la loi du mouvement des petits miroirs est absolument inconnue. »

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## CHIMIE.

M.-A. Wanklyn. Water analysis and water. Sur l'eau et l'analyse de l'eau. (*Philosophical Magazine*, supplément de juillet 1872.)

L'analyse de l'eau par le procédé de l'ammoniaque, proposé par l'auteur il y a environ cinq ans de concert avec MM. Chapman et Smith, a été appliqué dès lors non-seulement à l'analyse de l'eau potable, mais aussi à celle de l'atmosphère. Le Dr Ransome l'a aussi employé dans ses recherches sur la composition de l'haleine dans différentes maladies.

Ce procédé, que M. Wanklyn désigne sous le nom de « procédé ammoniacal,» consiste à oxyder des substances organiques au moyen d'une solution fortement alcaline, et à mesurer la quantité d'ammoniaque dégagée par suite de l'oxydation. Jusqu'ici l'agent oxydant employé par l'auteur a été le permanganate de potasse, substance facile à manier, et qui a l'avantage d'être sans action sur l'ammoniaque produit. Il a soumis successivement un grand nombre de substances organiques azotées, de structure très-différente, à l'action d'un permanganate fortement alcalin, et à constaté que cette action était constamment accompagnée d'un dégagement d'ammoniaque. Il en a été de même de tous les composés ammoniacaux, des amides des acides, de substances telles que la pipérine, l'acide hippurique, la créatine, les alcaloïdes naturels, l'albumine, la gélatine, l'acide urique et la picoline. Toutes ces substances, traitées par le permanganate de potasse, ont dégagé de l'ammoniaque. Des recherches subséquentes, faites dans le but de déterminer s'il existait des

composés organiques azotés qui n'eussent pas la propriété de dégager de l'ammoniaque lorsqu'on les fait bouillir dans une solution fortement alcaline du permanganate, ont conduit aux résultats suivants.

A la suite d'un grand nombre d'essais faits sur des composés organiques azotés, M. Wanklyn n'en a trouvé que trois qui ne dégageassent pas de l'ammoniaque lorsqu'on les traite avec la solution alcaline de permanganate de potasse. Ce sont l'acide picrique qui, traité par le permanganate, a fourni de l'acide nitrique, mais pas trace d'ammoniaque; le ferrocyanure de potassium, qui, traité de la même manière, n'a pas dégagé de l'ammoniaque, peut-être à cause de son extrême stabilité (toughness); enfin l'urée, dont le cas présente un intérêt spécial. On remarque, en effet, en examinant la formule de l'urée, qu'elle renferme une proportion d'hydrogène plus faible que celle qui serait requise pour transformer la totalité de son azote en ammoniaque. En s'assimilant l'eau, elle fournit de l'ammoniaque et de l'acide carbonique; mais en s'assimilant l'oxygène, elle ne pouvait dans aucun cas dégager plus de la moitié de son azote sous la forme d'ammoniaque; et en fait, comme il a été dit plus haut, aucune portion de son azote ne se dégage sous cette forme.

L'auteur, en poursuivant ses expériences sur l'urée, a constaté que cette substance s'empare sans difficulté des éléments de l'eau, en dégageant la totalité de son azote sous forme d'ammoniaque. On obtient commodément ce résultat, en maintenant l'urée pendant un court espace de temps en contact avec de la potasse caustique à la température de 150° cent. Cette propriété particulière, de dégager de l'azote sous forme d'ammoniaque par suite de son contact avec la potasse, et de ne pas le dégager par suite de l'oxydation, paraît appartenir exclusivement non-seulement à l'urée *libre*, mais aussi à l'urée *copulée* (coupled urea). C'est ainsi que la créatine, qui est de l'urée copulée à de la sarcosine, lorsqu'on l'oxyde au moyen du permanganate de potasse, ne dé-

gage que l'ammoniaque provenant de la sarcosine. Ce n'est que lorsqu'on traite la créatine avec un alcali qu'elle dégage l'ammoniaque provenant de l'urée. Partant de cette manière de se comporter de l'urée copulée à d'autres substances. l'auteur a été conduit à la conclusion que l'albumine, la caséine et la fibrine sont de l'urée sous cette forme spéciale, tandis que la gélatine ne l'est pas.

Quoique tous les composés organiques azotés, sauf les composés nitreux, les ferrocyanures et l'urée, abandonnent leur ammoniaque au permanganate alcalin, plusieurs d'entre eux cependant ne cèdent pas la totalité de leur azote sous cette forme. C'est ainsi que les alcaloïdes naturels, tels que la morphine, la naphthylamine et la toluidine n'abandonnent que la moitié de leur azote sous la forme d'ammoniaque. L'auteur a constaté que 100 grammes de substances albumineuses fournissent environ 10 grammes d'ammoniaque, sous l'action du permanganate de potasse.

M. Wanklyn, dans des expériences antérieures sur l'analyse des eaux potables, avait cherché à se procurer un réactif de nature à faire reconnaître la présence de germes organiques au moyen de leurs caractères chimiques. Il choisit le blanc d'œuf comme représentant de ces germes, et employa la méthode suivante pour déterminer la densité de solutions de blanc d'œuf excessivement diluées. Après avoir brisé l'œuf et séparé le blanc du jaune, l'auteur pèse une certaine quantité du blanc d'œuf, sans l'avoir séchée, et la dissout dans de l'eau à laquelle on a ajouté une faible quantité de carbonate de soude. Il ajoute ensuite à cette solution de l'eau jusqu'à ce que le poids du liquide se trouve être égal à cent fois celui du blanc d'œuf pesé originairement. Il obtient ainsi une solution dont une partie renferme la centième partie du blanc d'œuf, et il la verse dans une cornue contenant 400 centimètres cubes d'eau parfaitement pure. Elle est soumise dans cette cornue à l'action du permanganate alcalin. Suit le tableau des résultats obtenus :

| Blanc d'œuf à l'état humide. | Ammoniaque trouvée. | Ammoniaque calculée. |
|---|---|---|
| Milligrammes. | Milligrammes. | Milligrammes. |
| 17,69 | 0,210 | 0,214 |
| 17,58 | 0,213 | 0,2127 |
| 41,80 | 0,505 | 0,5038 |
| 27,87 | 0,350 | 0,337 |
| 12,20 | 0,145 | 0,1476 |
| 7,47 | 0,095 | 0,0904 |
| 23,065 | 0,275 | 0,279 |

On remarquera que, dans le tableau ci-dessus, la plus petite quantité de blanc d'œuf soumis à l'examen est de 7,47 milligrammes, ce qui correspond à environ 1 milligramme d'albumine sèche. L'auteur admet que, par le procédé ammoniacal, on peut arriver à estimer quantitativement jusqu'à 1 milligramme d'albumine sèche par litre d'eau. La simple présence de cette substance peut être reconnue sans difficulté, lorsqu'elle existe dans la proportion de $^1/_{20}{}^{me}$ de milligramme par litre d'eau.

M. Wanklyn propose de désigner sous le nom de « ammoniaque albuminoïde » l'ammoniaque développé par l'action du permanganate, et il insiste spécialement sur le fait, qu'en employant le procédé ammoniacal, il n'est pas à craindre que les nitrates puissent être confondus avec l'albumine. Ce fait n'est pas sans importance, puisqu'il n'est pas rare qu'un échantillon d'eau contienne de dix à vingt fois plus de nitrates que de matières organiques azotées.

L'auteur a appliqué cette méthode d'analyse à un grand nombre d'eaux potables provenant de sources différentes. En général il a été frappé de leur extrême pureté. Au lieu d'un grain par chaque cinq litres environ de matière organique azotée, obtenue autrefois par l'incinération des résidus provenant de l'évaporation, M. Wanklyn n'a trouvé en moyenne que $^1/_{10}{}^{me}$ de grain par 5 litres d'eau, l'ammoniaque albuminoïde ne dépassant pas 0,06 ou 0,07 parties sur un million. Par la filtration, soit à travers un filtre artificiel de sable

et de charbon, soit naturellement à travers des couches poreuses, l'eau paraît atteindre un état de pureté tout à fait exceptionnel.

---

Professeur CROFT DE TORONTO. PRODUCTION ANORMALE D'OZONE. (*Silliman's American Journal*, juin 1872.)

L'auteur a remarqué, en évaporant de l'acide iodique à l'état sirupeux préparé d'après le procédé de Millon, qu'au moment où l'acide commence à cristalliser, il se développe une forte odeur d'ozone, et les réactifs ordinaires accusent la présence de cette substance. En général l'acide iodique se solidifie en une masse verruqueuse : mais dans l'expérience ci-dessus, où l'auteur a converti deux onces d'iode en acide iodique, les cristaux formés étaient translucides et brillants. On a toujours eu soin de faire bouillir la solution jusqu'à consistance d'un sirop clair, de manière à exclure la possibilité de la présence du chlore ou de l'acide nitrique. L'air du bocal était examiné de jour en jour, soit sous le rapport de l'odeur, soit sous celui de l'action du papier d'amidon ioduré. L'auteur a constaté que ce n'est pas au moment où la cristallisation commence, mais seulement lorsqu'elle est bien en train, que le dégagement d'ozone devient évident. Il se déclare d'ailleurs hors d'état de présenter une explication satisfaisante du phénomène.

---

## ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Professeur OWEN. SUR LES MAMMIFÈRES FOSSILES D'AUSTRALIE (GENUS PHASCOLOMYS), DÉPASSANT EN TAILLE LES ESPÈCES EXISTANTES DE NOS JOURS. (*Proceedings of the Royal Society*, vol. 20, n° 134.)

L'auteur, se référant à une communication antérieure dans laquelle les caractères ostéologiques et dentaux des *phascolomes*, ou *wombat*, existant de nos jours, ont été appliqués

à la détermination d'espèces fossiles de même taille, décrit dans le mémoire actuel plusieurs espèces éteintes de phascolomes, dont la grosseur dépasse de beaucoup ceux qu'on trouve actuellement en Australie. Ces espèces éteintes, qui ont été reconstruites par M. Owen et qu'il décrit successivement suivant l'ordre de leur grosseur, se rapportent au *phascolomys medius*, *phascolomys magnus*, et *phascolomys gigas*. Les caractères de ces espèces sont tirés non-seulement d'individus adultes et âgés, mais dépendent aussi de modifications dans la forme des mâchoires, ainsi que de différences dans les formes et la proportion de certaines dents. L'auteur énumère et décrit plusieurs espèces fossiles qui présentent des variations suivant l'âge, et aussi probablement suivant le sexe. Il remarque, en terminant, que le nombre d'espèces éteintes du genre *phascolomys* dépasse notablement le nombre de celles connues de nos jours. La plupart de ces dernières sont, en effet, de connaissance récente, et aucune d'elles ne s'éloigne de la taille compatible avec l'habitude de creuser un trou, et de « se terrer, » observée chez la première espèce, *phascolomys fossor*, décrite par Wagner. Si, comme le remarque M. Owen, nous ne connaissions le lièvre que par des restes fossiles, nous nous tromperions fort en lui attribuant les mœurs et l'habitation souterraine des lapins. Or, il résulte des faits présentés par l'auteur que toutes les grosses espèces de phascolomes ont disparu. Il attribue cette disparition graduelle à ce que ces espèces, privées par leur grande taille de la faculté de se cacher sous terre, n'ont pu se soustraire à l'effet des dangers extérieurs, et soutenir ainsi la lutte pour l'existence. Il paraît en avoir été de même en Australie de certaines espèces de très-gros oiseaux privés d'ailes, telles que le *dinormis*, qui a totalement disparu, tandis que son représentant diminutif, l'*apterix*, a pu échapper à la destruction en se cachant sous terre comme les phascolomes vivants de nos jours.

Dr Ernst Zeller. Untersuchungen ueber die Entwicklung und den Bau des Polystomum integerrimum. (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, vol. XXII, 1872, pag. 1-28, pl. I et II.) — Dr R. von Willemoes-Suhm. Zur Naturgeschichte des Polystoma integerrimum und des P. ocellatum. (Id., pag. 29-39, pl. III). — Dr Ernst Zeller. Untersuchungen ueber die Entwicklung des Diplozoon paradoxum. (Id., 1872. vol. XXII. p. 168-180. pl. XII.) — O. von Linstow. Ueber Selbstbefruchtung bei Trematoden. (*Archiv für Naturgeschichte.* 1872, p. 1-5, pl. I, fig. A-C.)

Le *Polystomum integerrimum*, qui vit dans la vessie urinaire de la grenouille rousse, se trouve déjà décrit et figuré dans l'ouvrage de Rœsel publié en 1758. Depuis lors il a été étudié par un grand nombre d'helminthologistes et a même fait l'objet de recherches anatomiques spéciales. Il était cependant encore très-insuffisamment connu : l'on ne savait en particulier rien sur son développement. Les deux mémoires que nous analysons ici, sans avoir épuisé le sujet, ont fait faire un grand pas à nos connaissances sur l'anatomie, le développement et les migrations de ce ver.

Le travail de M. Zeller, qui est de beaucoup le plus riche en faits nouveaux, renferme un certain nombre d'observations importantes relatives à la structure anatomique de l'animal adulte. Après avoir donné sur les crochets du disque d'adhérence et sur les yeux certains détails que nous mentionnerons plus loin à propos du développement, l'auteur décrit des cellules glandulaires particulières dont les conduits grêles se prolongent dans le canal du pharynx où ils s'ouvrent isolément. Il décrit aussi avec soin le système des canaux excréteurs dont la disposition rappelle ce que Kölliker a vu chez le *Tristoma papillosum* et van Beneden chez les *Epibdella*. Quant aux organes reproducteurs, il en donne une description qui diffère notablement de celle que nous de-

vons à Stieda[1], dont il semble du reste ne pas connaître le travail. Selon M. Zeller il y aurait un germigène sur le conduit duquel s'insèrent les canaux du vitellogène, ainsi qu'un canal extrêmement large amenant le sperme (den Samen zuleitende Canal). M. Zeller n'a pu s'assurer exactement de l'origine de ce dernier canal : mais il dit avoir constaté de la manière la plus positive chez beaucoup de Trématodes, appartenant surtout au groupe des Distomes, que l'organe appelé par de Siebold troisième canal déférent ne provient pas en réalité d'un testicule, mais naît à la face dorsale du corps par un petit orifice arrondi. Ce canal, auquel l'auteur compare celui qu'il a vu chez le Polystome de la grenouille, serait selon lui destiné à amener le sperme du dehors dans la vésicule séminale, ou directement au canal efférent du germigène (!). Il nous promet du reste sur ce point d'anatomie un travail qui pourrait amener à modifier profondément les idées reçues relativement à la fécondation des Trématodes.

Par la réunion de ces trois sortes de canaux, il se forme un canal commun qui s'élargit bientôt considérablement en un oviducte.

Les parties de l'appareil mâle, bien que moins compliquées, sont extrêmement difficiles à observer. Elles ne paraissent offrir rien de bien digne de remarque et débouchent dans le même point que les oviductes.

Les singuliers bourrelets latéraux (Seitenwülste) que l'on a décrit chez le *P. integerrimum* et que M. de Siebold a trouvés aussi chez le *P. ocellatum*, présentent selon M. Zeller une surface irrégulière formée par les orifices en saillie d'une quarantaine de tubes qui se réunissent en un canal commun se dirigeant en arrière. L'auteur suppose que ces bourrelets doivent appartenir à l'appareil reproducteur par ce qu'une légère pression exercée sur l'animal fait sortir de ces tubes une quantité de zoospermes. Ce qui rend cette hy-

[1] *L. Stieda*, Ueber den Bau des Polystomum integerrimum. *Archiv für Anatomie*, etc., 1870, p. 660, pl. XV.

pothèse assez plausible, c'est que les bourrelets latéraux qui manquent complétement au jeune animal ne commencent à apparaître que lorsqu'il a atteint une longueur d'environ 2 millimètres.

Le *P. integerrimum* nous offre un remarquable exemple d'un parasite dont le développement se plie au genre de vie et aux métamorphoses de l'hôte qui l'héberge. L'époque de la ponte nous offre un premier exemple de cette adaptation. L'on chercherait en vain les œufs de ce ver pendant l'été ou l'automne jusqu'au commencement de novembre : ce n'est que plus tard qu'ils commencent à se former. A la fin de décembre l'on en rencontre déjà en grande quantité dans l'oviducte ; durant tout l'hiver, et jusqu'en mars et avril cette production d'œufs se continue sans interruption, mais ce n'est qu'au printemps qu'elle devient très-active et que la ponte a lieu, au moment où les grenouilles sortent de leur sommeil hivernal et se rendent dans les mares et les fossés. On peut toutefois obtenir une ponte plus hâtive en mettant pendant l'hiver les grenouilles dans l'eau et en les tenant dans une chambre chauffée.

Une expérience de M. Zeller prouve que le *P. integerrimum* a une fécondité extrêmement grande. Ayant mis quatre grenouilles dans une vase avec de l'eau, ce naturaliste trouva au bout de 24 heures que plusieurs centaines d'œufs étaient déjà pondus : au bout de 48 heures il en récolta 3280 ; entre le 3$^{e}$ et le 4$^{e}$ jour il y en eut 2020 ; le 5$^{e}$ jour 1120 ; du 6$^{e}$ au 10$^{e}$ jour 3740. A partir du 11$^{e}$ jour il ne trouva plus que quelques œufs dans le vase. Les grenouilles furent ensuite ouvertes : l'une d'elles ne présenta point de Polystomes, les autres en contenaient 1, 2 et 7 individus. Ainsi ces 10 Polystomes avaient pondu entre eux plus de 10,000 œufs.

La manière dont la ponte s'effectue n'a pas été constatée d'une manière bien positive ; toutefois, d'après certaines observations, M. Zeller a été amené à supposer que les Polys-

tomes ne déposent pas leurs œufs dans la vessie urinaire de leur hôte, mais qu'ils font sortir la partie antérieure de leur corps par l'anus de la grenouille pour laisser tomber leurs œufs dans l'eau.

Il est facile d'obtenir le développement de ces œufs: pour cela on n'a qu'à les conserver dans de l'eau pure. Au bout de 12 à 14 jours on peut voir le corps du jeune animal se dessiner nettement dans l'intérieur de l'œuf. Son extrémité postérieure recourbée est terminée par le disque caudal qui porte sur ses bords 16 petits crochets. Dans la partie antérieure du corps on distingue quatre taches oculaires rougeâtres. Les jours suivants le ver commence à montrer des mouvements d'abord rares et faibles, puis plus fréquents et plus vigoureux. Les différentes régions de l'appareil digestif se dessinent avec plus ou moins de netteté, et on peut constater facilement l'existence d'un révêtement ciliaire qui recouvre seulement les côtés du corps.

Le temps nécessaire pour le complet développement des œufs varie, selon la température plus ou moins élevée de la chambre, de 14 à 42 jours. M. Zeller estime qu'à l'état de liberté il faut de 8 à 9 semaines, et que cela peut aller jusqu'à 12 semaines et plus. L'œuf s'ouvre par la déhiscence d'un couvercle à bords dentelés qui est situé à l'une des extrémités.

Au moment de sa naissance le ver a un corps allongé et aplati; il diffère surtout de l'adulte par l'absence complète des organes reproducteurs et des bourrelets latéraux de la partie antérieure du corps, ainsi que par la structure de son disque d'adhérence. La face ventrale de celui-ci, faiblement creusée, porte 16 crochets qui sont assez régulièrement espacés le long du bord et rappellent pour la forme les crochets céphaliques de beaucoup de Cestodes. En avant des quatre crochets postérieurs on en voit deux autres qui diffèrent des précédents en ce qu'ils sont à peine recourbés à la pointe et forment une sorte d'aiguillon. Dans ces deux

aiguillons on reconnaît les rudiments des deux forts crochets du disque caudal de l'adulte. D'autre part les 16 petits crochets falciformes de ce disque se retrouvent aussi tous chez l'adulte, mais comme ils ne croissent pas et conservent pendant toute la vie les mêmes dimensions absolues, on a plus de peine à les distinguer sur le disque gros et épaissi de l'adulte où ils se trouvent éloignés les uns des autres que sur le disque transparent du jeune ver où ils sont plus rapprochés entre eux.

Les yeux sont au nombre de deux paires dont la postérieure est plus grosse que l'antérieure. Ces organes bien faciles à voir chez la larve qui vient d'éclore sont au contraire très-difficiles à découvrir chez l'animal adulte. Stieda déclare qu'il n'a pas pu en voir de traces; M. Willemoes-Suhm croit qu'ils disparaissent chez l'adulte parce qu'il ne lui a pas été possible de les voir chez des individus longs de 3 millimètres. M. Zeller au contraire affirme avec M. Pagenstecher que les deux paires d'yeux se trouvent chez l'adulte, mais selon lui ces organes se comportent comme les petits crochets du disque caudal, c'est-à-dire conservent chez le ver adulte les mêmes dimensions que chez la larve.

Au sortir de l'œuf, l'embryon a des mouvements très-vifs et nage au moyen de ses cils vibratiles. Après avoir nagé ainsi pendant plusieurs heures, ses mouvements se ralentissent; au bout de 24 heures le revêtement ciliaire a disparu; après 48 heures on ne trouve plus que quelques embryons vivants.

Le premier changement que l'on remarque chez le jeune ver après qu'il a émigré, c'est la disparition des espaces vibratiles. Ensuite l'on observe une croissance des deux crochets falciformes du disque caudal qui augmentent d'épaisseur et de longueur et se recourbent un peu plus. Puis l'on voit apparaître en dehors des quatre crochets postérieurs, les deux ventouses postérieures qui renferment chacune dans leur intérieur un des petits crochets. Après cela se forment les deux ventouses de la paire suivante contenant aussi cha-

cune un petit crochet. Lorsque le développement en est arrivé là, il reste en avant de cette paire trois petits crochets de chaque côté. A ce moment les deux grands crochets postérieurs ont acquis leur forme définitive.

La croissance de l'animal se fait très-lentement. En juillet, lorsqu'il a acquis sa première paire de ventouses, il a à peine 0,3$^{mm}$; au mois d'octobre de l'année suivante, c'est-à-dire lorsqu'il est âgé de 18 à 19 mois, il a en moyenne une longueur de 1,2—1,5$^{mm}$. Ce n'est qu'à 4 ou 5 ans qu'il a acquis sa longueur définitive de 8—10$^{mm}$. Les premières traces des organes générateurs se voyent déjà au 4$^{me}$ mois: mais ce n'est que dans la 3$^{me}$ année que l'on commence à distinguer quelques ovules dans le germigène.

Comme nous l'avons vu plus haut, c'est en mars ou avril, au moment où les grenouilles quittent leurs quartiers d'hiver, pour les mares où elles s'accouplent et pondent, que les Polystomes commencent aussi leur ponte. L'éclosion de leurs œufs n'a lieu qu'en mai et juin, c'est-à-dire à une époque où les grenouilles rousses ont déjà quitté les eaux. D'autre part, les mares et les petits fossés fourmillent de têtards, et c'est dans ces larves de batraciens que viennent se fixer les jeunes Polystomes. La conséquence de ce mode de migration est que l'âge des Polystomes coïncide toujours avec l'âge des grenouilles qui les hébergent. Les jeunes grenouilles ne contiennent que de jeunes Polystomes, et les grenouilles adultes ne contiennent jamais de jeunes vers; les formes de transition ne se rencontrent que dans les grenouilles de l'année.

Les Polystomes qui sont extrêmement abondants dans les grenouilles de l'année le sont déjà beaucoup moins dans celles de la deuxième année. Voici des données numériques qui fixent ces rapports d'une manière précise: sur 100 grenouilles âgées de 6 mois, 90 se sont trouvées infestées de Polystomes, tandis que sur 100 grenouilles de 4 $^1/_2$ ans et au-dessus, 10 seulement contenaient de ces parasites.

Bien que M. Zeller n'ait pu suivre les jeunes Polystomes

depuis leur éclosion jusqu'au moment où ils sont fixés dans la vessie urinaire de la grenouille, il a cependant observé des faits très-intéressants qui nous initient aux premières phases de cette migration.

Il mit 4—5000 œufs de Polystomes dans un vase où étaient renfermés 150 têtards. Neuf jours après l'éclosion des premiers embryons, il commença à examiner les têtards et continua ses observations pendant 14 jours. Tous les têtards furent infestés de vers; il compta sur chacun de 10 à 24 Polystomes. Quelques-uns des vers venaient évidemment d'éclore et ne différaient des embryons sortant de l'œuf que parce qu'ils avaient perdu leurs cils vibratiles.

Ce qui étonna à juste titre M. Zeller, ce fut de découvrir que les Polystomes n'occupaient pas l'organe dans lequel on les trouve plus tard, mais qu'ils s'étaient tous logés dans la cavité branchiale des têtards, et fixés en partie aux parois de cette cavité, en partie aux branchies elles-mêmes: il ne s'en trouvait dans aucune autre partie du corps.

Des observations faites sur des têtards vivant à l'état de liberté ont donné des résultats semblables: elles ont de plus montré à quelle époque les Polystomes émigrent dans les têtards. Voici quelques-uns des chiffres fournis par l'auteur : les têtards pris le 11 et le 19 avril, et le 4 mai ne présentèrent aucun Polystome: sur 50 têtards pris le 13 mai, il y en avait déjà 9 qui contenaient des Polystomes (représentés en tout par 13 individus): sur 50 têtards pris le 19 mai, 43 contenaient des Polystomes (124 individus); sur 50 têtards pris le 9 juin, 45 contenaient des Polystomes (270 individus).

Le développement des Polystomes dans la cavité branchiale des têtards est généralement très-lent. Pendant le temps qu'ils y séjournent ils croissent très-peu; le plus souvent ils y acquièrent la première paire de ventouses, quelquefois aussi la seconde.

La vessie urinaire n'existe pas chez les têtards dans les premiers temps de la vie ; mais dès qu'elle a apparu son développement est assez rapide. L'étape que les Polystomes font dans

les branchies des têtards est donc en quelque sorte imposée par la marche du développement des organes de leur hôte.

M. Zeller a constaté que lorsque les pattes antérieures des têtards apparaissent, on trouve encore une petite partie des Polystomes sur les branchies qui commencent à s'atrophier, cependant la plupart sont déjà dans la vessie urinaire. Quelques jours plus tard les jeunes grenouilles quittent l'eau et alors tous les Polystomes qui restent sont logés dans la vessie urinaire. Le séjour dans les branchies doit durer, dans les circonstances ordinaires, de six à sept semaines.

M. Zeller n'a pas pu constater par quelle route les Polystomes passent de la cavité branchiale dans la vessie urinaire. Il suppose, ou qu'ils arrivent par la surface du corps à l'anus et de là à la vessie urinaire, ou qu'ils pénètrent par le pharynx et l'œsophage dans le tube digestif et le rectum, puis de là dans la vessie. Cependant, ajoute-t-il prudemment, les deux hypothèses sont peut-être également loin de la vérité.

Les observations de M. Willemœs-Suhm confirment celles de M. Zeller, mais elles ne portent que sur le développement de l'œuf et sur la larve telle qu'elle est au moment de son éclosion.

Aux résultats de ses études personnelles sur cette espèce M. Willemœs-Suhm a joint des notes sur le *Polystoma ocellatum* qui lui ont été communiquées par M. de Siebold. Ce Polystome, découvert par Rudolphi dans le pharynx de l'*Emys europæa*, avait été très-insuffisamment décrit et était encore indiqué par Diesing dans son « Systema Helminthum » comme *species dubia*. C'est cependant une espèce parfaitement distincte. A côté de caractères qui lui sont communs avec le *P. integerrimum*, tels que la disposition des ventouses, la présence des deux gros crochets du disque caudal et celle des bourrelets latéraux de la partie antérieure du corps, elle en présente d'autres qui permettent de la distinguer nettement ; ainsi, les ventouses de son disque caudal sont entourées d'un cercle solide, et

l'intestin, au lieu d'être rameux n'est divisé qu'en deux branches simples. Quant aux petits crochets du pourtour du disque, M. de Siebold les a trouvés chez les animaux adultes, mais en nombre variable; dans l'échantillon figuré on en voit huit qui sont situés entre les deux ventouses postérieures. Ces petits organes demanderaient à être étudiés avec soin sur des individus de tout âge.

M. Willemœs-Suhm fait ressortir avec raison les rapports remarquables que les larves des Polystomes, présentent avec les Gyrodactyles. Selon lui, *il est évident que les Polystomum et les Gyrodactylus sont provenus d'une seule et même forme.* Les 16 crochets de la larve du *Polyst. integerrimum* sont disposés de la même manière sur son disque caudal que ceux du *Gyrodactylus auriculatus*. Les Gyrodactyles sont en quelque sorte restés à cette phase de larve active par laquelle passent les Polystomes dans leur développement. Le *P. ocellatum* se rapproche plus que le *P. integerrimum* des Gyrodactyles par son canal intestinal à deux branches.

Malgré les nombreux travaux que nous possédions déjà sur le *Diplozoon paradoxum*, il restait encore quelques points obscurs dans l'histoire de l'évolution et de la conjugaison de ce singulier ver double. Grâce aux intéressantes observations de M. Zeller, nous connaissons aujourd'hui tous les états successifs que présente le Diplozoon depuis l'œuf jusqu'à l'état adulte, en passant par la forme de *Diporpa*.

Les recherches de l'auteur ont été faites sur la petite espèce ou variété de Diplozoon qui vit sur les branchies du Véron (Phoxinus lævis).

Pendant les mois froids les organes de reproduction ne présentent aucune activité; le germigène ne contient alors que quelques petits ovules; le vitellogène n'est presque pas reconnaissable, et il en est de même des autres parties de l'appareil reproducteur. Cette atrophie, et en particulier celle du vitellogène, fait que les animaux sont alors très-transparents et très-favorables pour l'étude de l'intestin, du système excré-

teur, du système nerveux, etc. La formation des œufs commence seulement avec le retour de la saison chaude; on peut cependant obtenir en hiver une production d'œufs en maintenant les Vérons dans une chambre chauffée. Dans ces conditions, on voit déjà au bout de trois jours des changements dans le vitellogène: du 5$^{me}$ au 7$^{me}$ jour les œufs et les zoospermes sont complétement formés. Il est du reste facile de se procurer des œufs en abondance sur les branchies des Vérons, principalement chez les individus qui sont tenus dans des aquariums où ils ne se livrent pas à de grands mouvements. Les œufs s'y trouvent souvent agglomérés en paquets dans lesquels on en compte quelquefois plus d'une centaine. Ils sont entortillés les uns avec les autres au moyen du long filament qui termine la partie supérieure de la coque.

Pour obtenir le développement de ces œufs il n'y a qu'à les laisser dans l'eau. Au bout de huit jours on voit déjà un corps embryonnaire nettement limité: le 10$^{me}$ jour on peut déjà constater de faibles mouvements de l'embryon. Les organes se dessinent ensuite de plus en plus distinctement, et au 15$^{e}$ jour environ le couvercle de l'œuf se détache, et le ver s'échappe pour nager activement dans l'eau.

Au moment où il vient d'éclore, l'animal a une longueur de 26 millimètres et sa forme diffère passablement de ce qu'elle sera plus tard. Il porte des cils vibratiles disposés par groupes sur les côtés du corps, mais ne recouvrant ni l'extrémité céphalique, ni les faces ventrale et dorsale. Il est pourvu de deux yeux en contact sur la ligne médiane et constitués par du pigment brun recouvrant un cristallin sphérique.

Ce jeune ver offre les caractères des *Diporpa* dans sa bouche munie des deux ventouses caractéristiques, dans son pharynx, son intestin, ses deux organes d'adhérence, et les crochets de la partie postérieure de son corps.

Lorsque les vers ne peuvent pas se fixer sur les branchies d'un Véron, ils ne vivent guère plus de six heures. S'ils réussissent à atteindre les branchies de leur hôte naturel, et à s'y établir, ils ne tardent pas à perdre leur enveloppe vibra-

tile : puis les cupules pigmentaires des yeux se divisent, se fendent en quelque sorte en fragments qui disparaissent ensuite sans qu'il reste de trace de ces organes visuels temporaires. Bientôt l'animal correspond tout à fait au *Diporpa* de Dujardin.

Lorsque le ver est arrivé à cette phase, on voit à sa face ventrale, un peu en arrière de la moitié de la longueur du corps, une petite ventouse d'environ $0^{mm}.02$ de diamètre. A la face dorsale, un peu plus en arrière que cette ventouse, il s'élève une papille conique qui avait échappé jusqu'à présent à tous les observateurs, et dont le rôle est cependant très-important. L'intestin présente une asymétrie très-remarquable; il se divise en arrière du milieu de sa longueur en deux branches, dont celle de droite est très-courte, tandis que celle de gauche se prolonge jusque vers les organes d'adhérence postérieurs. A la face ventrale de l'extrémité postérieure du corps, qui est un peu élargie, on voit une seule paire d'organes d'adhérence ne différant pas pour leur structure de ceux du Diplozoon adulte. A la face dorsale, dans le point qui correspond à l'intervalle entre ces deux organes, on aperçoit deux petits hameçons composés d'une tigelle droite et d'une pièce plus courte recourbée en crochet et articulée avec la précédente. Ces pièces, de même que les petits crochets du disque caudal des Polystomes, conservent pendant toute leur vie leurs dimensions primitives. Elles avaient été déjà décrites par de Siebold et van Beneden chez les Diplozoon adultes, mais ces auteurs n'avaient pas reconnu qu'elles sont articulées l'une sur l'autre.

Les Diplozoon peuvent vivre dans cet état isolé, soit de Diporpa, pendant des semaines et des mois et arriver à une grosseur double de celle qu'ils avaient primitivement. Lorsqu'ils ont atteint une longueur d'environ $0^{mm},44$, ils acquièrent, tout en restant encore isolés, la seconde paire d'organes d'adhérence qui se développe jusqu'à avoir les mêmes dimensions que la première. M. Zeller a même vu deux exemples de Diporpa qui avaient acquis trois paires

d'organes d'adhérence. L'évolution ne semble pas pouvoir se prolonger plus loin que cela avant qu'il y ait eu conjugaison avec un autre individu. Cette conjugaison s'effectue même ordinairement avant que la seconde paire d'organes d'adhérence se soit développée.

Dujardin avait émis l'idée que les *Diporpa* étaient peut-être des individus isolés du Diplozoon. De Siebold avait confirmé cette hypothèse et constaté que le Diplozoon résulte bien en effet de la conjugaison de deux Diporpa. mais il n'avait pas reconnu d'une manière complète de quelle façon s'opère cette soudure. M. Zeller s'est assuré de la manière dont les choses se passent. Un des animaux saisit au moyen de sa ventouse ventrale la papille dorsale d'un autre individu. Une fois réunis ainsi les deux vers s'étendent et se contractent. se courbent et se tordent l'un autour de l'autre avec force et vivacité. C'est par le moyen de ces mouvements que celui qui a été saisi le premier réussit à saisir à son tour la papille dorsale de l'autre. Les deux individus sont alors croisés; mais leurs faces tournées l'une vers l'autre ne sont pas exactement opposées: elles offrent encore une déviation latérale, et leurs corps présentent à l'endroit où ils sont réunis une torsion remarquable hors du plan. Cette torsion provient de ce que les papilles dorsales qui, chez les animaux encore libres. ont une position plus reculée que la ventouse ventrale, sont ramenées par la conjugaison à la même hauteur que celle-ci.

Comme l'individu qui a été saisi le premier peut se retourner à droite ou à gauche pour saisir son camarade, les deux Diporpa peuvent se rencontrer par leur face latérale droite ou par la gauche.

La conjugaison a lieu assez fréquemment entre deux Diporpa d'âge différent, par conséquent à des degrés différents de développement; ainsi. l'un peut être plus gros et avoir déjà sa seconde paire d'organes d'adhérence, tandis que l'autre n'a que la première. Une fois que la conjugaison s'est effectuée, c'est pour la vie; M. Zeller n'a jamais vu l'un des

animaux lâcher l'autre, et même, dans un cas où la conjugaison ne s'était qu'à moitié accomplie, il a vu le Diporpa qui avait saisi l'autre mourir le premier, sans que l'individu qu'il tenait pût, malgré tous ses efforts et ses tiraillements, arriver à détacher sa papille de la ventouse de son collègue déjà mort.

Après la conjugaison on peut distinguer encore nettement pendant quelque temps les ventouses, mais elles prennent ensuite un aspect granuleux, puis disparaissent bientôt sans laisser de traces. Les deux vers sont alors tout à fait soudés et le Diplozoon est complet.

Dans l'évolution ultérieure les deux corps croissent encore considérablement et acquièrent leur 2$^{me}$, leur 3$^{me}$ et enfin leur 4$^{me}$ paire d'organes d'adhérence. Ces nouvelles paires apparaissent immédiatement en avant des précédentes et sont d'abord très-petites et incomplètes. C'est à l'époque où apparaît la 4$^{me}$ paire que l'on commence à apercevoir les premières traces des organes reproducteurs.

La période d'enkystement des Trématodes digénèses est considérée généralement comme un état de repos par lequel passent les larves après avoir pénétré d'une manière active dans un premier hôte. Le ver contenu dans le kyste n'a pas encore ses organes reproducteurs qui ne doivent se développer que plus tard, lorsque, par suite d'une migration passive, il deviendra le parasite d'un nouvel hôte.

Cette règle semble cependant présenter quelques exceptions. Leuckart a déjà indiqué [1] des observations faites dans son laboratoire par M. Oulianin, desquelles il résulte que la *Cercaria virgula*, de Fil. développe complétement ses organes reproducteurs pendant qu'elle est encore enkystée dans les larves d'Éphémères: elle va même jusqu'à pondre des œufs que l'on voit flotter entre elle et la paroi de son kyste. Des faits semblables ont aussi été observés par M. Maddox sur un trématode enkysté dans des mollusques.

[1] *Archiv für Naturgeschichte*, 33$^{me}$ année, 1867, Bericht, p. 239.

M. de Linstow nous fait connaître un cas du même genre qui se présente chez un Distome parasite du *Gammarus pulex*. L'espèce semble nouvelle et a reçu de l'auteur le nom de *Distomum agamos*. Chez ce ver le développement des organes reproducteurs, la fécondation et la formation complète des œufs ont lieu pendant que l'animal est enfermé dans sa capsule sphérique. L'auteur a pu suivre pas à pas tous ces phénomènes ; il a trouvé des individus sans organes reproducteurs, d'autres chez lesquels existaient les organes mâles et les premières traces d'organes femelles ; enfin, des individus chez lesquels les organes reproducteurs des deux sexes avaient atteint leur développement complet et où l'on voyait des œufs mûrs.

Chez les Distomes, qui ont l'ouverture mâle et l'ouverture femelle située en arrière de la ventouse ventrale et rapprochées l'une de l'autre, les deux orifices ne peuvent pas se mettre en opposition l'un en face de l'autre, et, par conséquent, il ne peut pas y avoir de fécondation de l'animal par lui-même. Au contraire, chez le *D. agamos*, où le cirrhe se trouve en arrière de la ventouse ventrale et séparé par celle-ci de la vulve, les deux ouvertures peuvent s'opposer par le moyen de courbures du corps pour lesquelles M. de Linstow pense que les parois du kyste fournissent un point d'appui.

M. de Linstow considère, avec raison, comme infiniment probable que toute la vie de cette espèce ne se passe pas dans le corps du *Gammarus pulex ;* ce n'est, sans doute, que lorsqu'elle a été avalée avec son hôte par un animal vertébré, que le kyste se dissout et que le Distome peut pondre ses œufs. Il suppose que cette dernière phase de l'existence du ver se passe dans l'intestin de quelque oiseau aquatique de passage qui avale le *G. pulex* et peut, malgré un court séjour dans le pays, y semer les œufs déjà tout formés de son parasite.

A. H.

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

## M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AOUT 1872.

---

1er, à 8 h. du soir, orage avec éclairs et tonnerres.
3, à 4 h. après midi, orage avec éclairs, tonnerres et grêle.
5, à 4 h. après midi, tonnerres.
7, rosée le matin; à 11 h., tonnerres; à 2 h., éclairs et tonnerres.
8, à 6 h. du soir, tonnerres.
10, forte rosée le matin; éclairs au nord dans la soirée.
12, forte rosée le matin.
13, à 3 h. du matin, orage avec éclairs et tonnerres.
14 et 15, rosée le matin.
16, léger brouillard à 6 h. du matin.
17, rosée le matin.
26, idem.
30, idem

## *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

**MAXIMUM.**

| | mm |
|---|---|
| Le 4 à 10 h. soir | 728,32 |
| 9 à 10 h. soir | 730,18 |
| 12 à 8 h. matin | 730,76 |
| 24 à 10 h. soir et 25 à 10 h. mat. | 730,68 |
| 28 à 10 h. soir | 731,13 |

**MINIMUM.**

| | mm |
|---|---|
| Le 1 à 6 h. soir | 720,36 |
| 7 à 10 h. matin | 720,07 |
| 10 à 8 h. soir | 727,91 |
| 20 à 4 h. après m. | 724,78 |
| 27 à 6 h. matin | 726,30 |
| 31 à 6 h. matin | 724,63 |

| Jours du mois. | Baromètre. Hauteur moy. des 24 h. | Baromètre. Écart avec la hauteur normale | Température C. Moyenne des 24 heures | Température C. Écart avec la temp. normale | Température C. Minim. | Température C. Maxim. | Tension de la vap. Moy. des 24 h. | Tension de la vap. Écart avec la tension normale. | Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h. | Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm. | Fract. de saturation. Minim. | Fract. de saturation. Maxim. | Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h. | Pluie ou neige. Nomb. d'h. | Vent dominant. | Clarté moy. du Ciel. | Temp. du Rhône. Midi. | Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale. | Limnimètre à 11 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | ° | ° | ° | ° | millim. | millim. | | | | | mm. | | | | ° | ° | ° |
| 1 | 722,27 | — 5,80 | +17,63 | — 1,00 | +14,0 | +21,4 | 13,44 | +2,69 | 914 | +231 | 770 | 1000 | 27,6 | 8 | N. 1 | 0,97 | 19,6 | + 1,1 | ... |
| 2 | 722,35 | — 5,72 | +17,30 | — 1,31 | +14,6 | +21,5 | 10,16 | —0,58 | 877 | +193 | 730 | 990 | 4,0 | 6 | S. 1 | 0,98 | 19,8 | + 1,3 | 230 |
| 3 | 723,06 | — 5,01 | +14,42 | — 4,15 | +13,2 | +19,2 | 8,84 | —1,90 | 754 | + 69 | 490 | 810 | 9,7 | 4 | S. 1 | 0,97 | 13,0 | — 5,5 | 229 |
| 4 | 726,93 | — 1,14 | +16,28 | — 2,25 | +11,8 | +20,5 | 8,33 | —2,40 | 633 | — 53 | 420 | 850 | ... | ... | S. 1 | 0,77 | — | — | 228 |
| 5 | 726,85 | — 1,22 | +16,40 | — 2,09 | +13,4 | +20,4 | 10,68 | —0,04 | 780 | + 93 | 520 | 900 | 2,2 | 1 | variable | 0,82 | 14,4 | — 4,1 | 230 |
| 6 | 725,32 | — 2,74 | +21,15 | + 2,70 | +15,5 | +27,2 | 13,00 | +2,29 | 702 | + 14 | 580 | 800 | 0,4 | ... | variable | 0,40 | 14,8 | — 3,7 | 231 |
| 7 | 721,81 | — 6,25 | +16,12 | — 2,28 | +14,3 | +24,0 | 11,89 | +1,19 | 898 | +209 | 590 | 980 | 27,6 | 5 | variable | 0,85 | 14,6 | — 3,9 | 232 |
| 8 | 723,94 | — 4,12 | +14,39 | — 3,96 | +12,2 | +17,2 | 8,89 | —1,80 | 762 | + 72 | 570 | 920 | 19,8 | 9 | S. 2 | 0,94 | 14,8 | — 3,7 | 234 |
| 9 | 729,73 | + 1,67 | +14,60 | — 3,70 | +11,8 | +18,8 | 9,83 | —0,85 | 805 | +114 | 560 | 920 | ... | ... | NNE. 1 | 0,52 | 10,6 | — 7,9 | 235 |
| 10 | 729,11 | + 1,05 | +17,53 | — 0,71 | + 9,3 | +23,7 | 10,13 | —0,54 | 692 | — 1 | 440 | 960 | ... | ... | SSE. 1 | 0,90 | 13,3 | — 5,3 | 234 |
| 11 | 729,24 | + 1,19 | +17,91 | — 0,27 | +10,5 | +20,7 | 11,54 | +0,88 | 766 | + 71 | 670 | 890 | 11,4 | 6 | SSO. 1 | 0,97 | — | — | 234 |
| 12 | 730,19 | + 2,14 | +17,13 | — 0,99 | +10,8 | +22,2 | 10,95 | +0,30 | 758 | + 61 | 530 | 920 | ... | ... | N. 1 | 0,11 | 16,0 | — 2,6 | 234 |
| 13 | 730,08 | + 2,03 | +18,13 | + 0,07 | +14,8 | +25,4 | 13,34 | +2,71 | 814 | +115 | 600 | 989 | 8,4 | 2 | variable | 0,46 | 17,4 | — 1,2 | 235 |
| 14 | 729,32 | + 1,28 | +18,96 | + 0,97 | +14,8 | +23,0 | 13,09 | +2,48 | 806 | +105 | 640 | 900 | ... | ... | N. 1 | 0,82 | 19,8 | + 1,2 | 236 |
| 15 | 728,15 | + 0,11 | +18,76 | + 0,84 | +16,0 | +22,4 | 12,85 | +2,25 | 814 | +111 | 640 | 940 | ... | ... | N. 1 | 0,86 | 19,9 | + 1,3 | 237 |
| 16 | 728,46 | + 0,43 | +19,03 | + 1,18 | +14,2 | +24,0 | 11,78 | +1,20 | 738 | + 33 | 490 | 980 | ... | ... | N. 1 | 0,38 | 20,1 | + 1,5 | ... |
| 17 | 728,20 | + 0,18 | +18,42 | + 0,65 | +13,0 | +23,7 | 10,37 | —0,19 | 668 | — 39 | 450 | 900 | ... | ... | N. 1 | 0,00 | 20,5 | + 1,9 | 235 |
| 18 | 727,73 | — 0,28 | +17,64 | — 0,05 | +13,5 | +22,3 | 8,81 | —1,73 | 604 | —105 | 420 | 710 | ... | ... | NNE. 2 | 0,00 | — | — | 234 |
| 19 | 726,26 | — 1,74 | +17,52 | — 0,09 | +12,6 | +22,6 | 10,36 | —0,16 | 706 | — 5 | 520 | 850 | ... | ... | N. 1 | 0,01 | 20,6 | + 2,1 | 233 |
| 20 | 725,56 | — 2,43 | +18,13 | + 0,60 | +12,4 | +22,9 | 12,51 | +2,01 | 815 | +102 | 540 | 930 | ... | ... | N. 1 | 0,69 | 19,8 | + 1,3 | 230 |
| 21 | 726,11 | — 1,86 | +20,18 | + 2,73 | +14,8 | +24,9 | 11,87 | +1,39 | 693 | — 22 | 430 | 920 | ... | ... | N. 1 | 0,72 | 21,4 | + 2,9 | 226 |
| 22 | 726,99 | — 0,96 | +17,05 | — 0,31 | +14,0 | +21,8 | 9,73 | —0,73 | 696 | — 21 | 420 | 880 | 3,4 | 6 | S. 1 | 0,76 | — | — | 225 |
| 23 | 726,65 | — 1,28 | +15,62 | — 1,65 | +14,2 | +19,4 | 10,77 | +0,33 | 831 | +112 | 630 | 900 | 2,6 | 3 | variable | 0,91 | 19,0 | + 0,6 | ... |
| 24 | 729,13 | + 1,22 | +16,36 | — 0,82 | +13,5 | +20,0 | 11,16 | +0,74 | 816 | + 95 | 670 | 920 | 0,1 | 1 | N. 1 | 0,73 | 19,5 | + 1,1 | 224 |
| 25 | 730,20 | + 2,32 | +16,87 | — 0,22 | +13,8 | +21,4 | 10,07 | —0,33 | 725 | + 2 | 490 | 830 | ... | ... | N. 1 | 0,31 | — | — | 220 |
| 26 | 727,62 | — 0,23 | +19,42 | + 2,43 | +11,0 | +25,2 | 10,26 | —0,12 | 633 | — 92 | 380 | 950 | ... | ... | SO. 1 | 0,11 | — | — | 218 |
| 27 | 727,70 | — 0,12 | +16,77 | — 0,12 | +15,7 | +21,0 | 9,09 | —1,27 | 673 | — 55 | 400 | 820 | 1,9 | 3 | variable | 0,97 | 18,3 | — 0,1 | 216 |
| 28 | 730,46 | + 2,67 | +15,01 | — 1,78 | +12,0 | +18,2 | 9,35 | —0,98 | 757 | + 26 | 610 | 940 | ... | ... | N. 2 | 0,78 | 19,0 | + 0,7 | 215 |
| 29 | 729,57 | + 1,81 | +15,67 | — 1,02 | +11,8 | +20,0 | 9,89 | —0,41 | 762 | + 28 | 590 | 870 | ... | ... | N. 1 | 0,50 | 19,3 | + 1,0 | 212 |
| 30 | 726,76 | — 0,97 | +18,10 | + 1,51 | +10,2 | +24,8 | 9,80 | —0,47 | 654 | — 83 | 380 | 940 | ... | ... | S. 1 | 0,36 | 19,5 | + 1,2 | 210 |
| 31 | 725,60 | — 2,10 | +16,78 | + 0,30 | +16,0 | +21,8 | 8,72 | —1,52 | 641 | — 99 | 470 | 750 | 0,3 | 1 | S. 1 | 0,66 | 18,1 | — 0,2 | ... |

# MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1872.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 725,11 | 725,23 | 725,17 | 724,98 | 724,93 | 724,86 | 724,93 | 725,44 | 725,86 |
| 2e » | 728,59 | 728,67 | 728,47 | 728,33 | 728,03 | 727,81 | 727,58 | 728,13 | 728,24 |
| 3e » | 727,86 | 728,00 | 728,02 | 727,86 | 727,63 | 727,50 | 727,61 | 728,20 | 728,39 |
| Mois | 727,21 | 727,32 | 727,25 | 727,07 | 726,89 | 726,75 | 726,74 | 727,29 | 727,52 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| 1re décade | +14,41 | +15,81 | +17,90 | +19,50 | +19,32 | +19,13 | +18,61 | +16,32 | +15,63 |
| 2e » | +14,69 | +17,56 | +18,88 | +20,53 | +21,55 | +21,49 | +20,94 | +19,13 | +17,52 |
| 3e » | +14,23 | +16,24 | +18,55 | +19,48 | +20,68 | +20,73 | +19,20 | +16,95 | +15,75 |
| Mois | +14,44 | +16,53 | +18,45 | +19,83 | +20,52 | +20,46 | +19,57 | +17,45 | +16,28 |
| **Tension de la vapeur.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 10,52 | 10,57 | 10,82 | 10,07 | 10,37 | 10,81 | 11,02 | 10,95 | 10,68 |
| 2e » | 11,21 | 11,34 | 11,49 | 11,31 | 11,40 | 11,66 | 11,99 | 12,47 | 12,30 |
| 3e » | 10,43 | 10,72 | 10,23 | 10,45 | 9,59 | 10,06 | 9,72 | 10,36 | 10,14 |
| Mois | 10,71 | 10,87 | 10,83 | 10,60 | 10,43 | 10,82 | 10,87 | 11,23 | 11,01 |
| **Fraction de saturation en millièmes.** | | | | | | | | | |
| 1re décade | 854 | 792 | 713 | 613 | 647 | 691 | 718 | 816 | 825 |
| 2e » | 892 | 756 | 700 | 624 | 595 | 605 | 644 | 745 | 815 |
| 3e » | 865 | 783 | 645 | 621 | 535 | 566 | 584 | 721 | 763 |
| Mois | 870 | 777 | 685 | 619 | 590 | 619 | 646 | 759 | 800 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Température du Rhône. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | ° | mm | cm |
| 1re décade | +13,01 | +21,39 | 0,81 | +14,99 | 91,3 | 231,4 |
| 2e » | +13,76 | +22,92 | 0,43 | +19,26 | 19,8 | 234,2 |
| 3e » | +13,36 | +21,68 | 0,62 | +19,26 | 8,3 | 218,4 |
| Mois | +13,38 | +21,99 | 0,62 | +17,72 | 119,4 | 228,0 |

Dans ce mois, l'air a été calme 2,51 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,01 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 47°,1 O., et son intensité est égale à 4,58 sur 100.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

## LE MOIS D'AOUT 1872.

---

Le 1er, brouillard tout le jour.
2, brouillard jusqu'au soir.
3, brouillard presque tout le jour; neige en trop petite quantité pour pouvoir être mesurée.
4, brouillard tout le jour.
5, brouillard de 10 h. du matin à 4 h. après midi.
7, brouillard tout le jour; à 3 ½ h. après midi, éclairs et tonnerres du côté du Nord; à 4 h. 5 m., très-fort orage, avec grêle.
8, brouillard depuis midi; neige.
9, brouillard jusqu'à 6 h. du soir.
11, brouillard jusqu'à 8 h. du soir.
13, orage le matin de bonne heure; clair le soir.
21, brouillard depuis 8 h. du matin.
22, 23, 24, brouillard tout le jour.
27 et 28, brouillard tout le jour.
31, brouillard presque tout le jour.

### *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM | mm | MINIMUM. | mm |
|---|---|---|---|
| | | Le 3 à 2 h. après m. | 561,53 |
| Le 6 à 10 h. matin | 569,59 | | |
| | | 8 à 10 h. matin | 562,51 |
| 13 à 10 h. soir | 571,44 | | |
| | | 23 à 6 h. matin | 565,07 |
| 25 à 4 h. après m. | 570,04 | | |
| | | 27 à midi | 566,39 |
| 28 à 10 h. soir | 569,02 | | |
| | | 31 à midi | 565,58 |

## SAINT-BERNARD. — AOUT 1872.

| Jours du mois. | Baromètre. | | | | Température C. | | | | Pluie ou neige. | | | Vent dominant. | Clarté moyenne du Ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hauteur moy. des 24 heures. | Écart avec la hauteur normale. | Minimum. | Maximum. | Moyenne des 24 heures. | Écart avec la température normale. | Minimum* | Maximum* | Hauteur de la neige. | Eau tombée dans les 24 h. | Nombre d'heures. | | |
| | millim. | millim. | millim. | millim. | o | o | o | o | millim. | millim | | | |
| 1 | 564,78 | — 4,10 | 563,39 | 566,31 | + 5,96 | — 0,44 | + 5,0 | + 8,0 | ..... | 14,5. | .... | SO. 1 | 0,86 |
| 2 | 563,02 | — 5,87 | 562,77 | 563,19 | + 7,10 | + 0,70 | + 3,7 | +11,8 | ..... | 2,4. | .... | variable | 0,87 |
| 3 | 561,90 | — 7,00 | 561,53 | 562,35 | + 0,72 | — 5,67 | — 1,0 | + 4,3 | ..... | 2,6. | .... | NE. 2 | 0,91 |
| 4 | 565,19 | — 3,71 | 563,11 | 566,99 | + 0,02 | — 6,37 | — 1,5 | + 2,0 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,91 |
| 5 | 567,79 | — 1,11 | 567,01 | 568,41 | + 6,16 | — 0,22 | + 1,3 | + 8,3 | ..... | 7,5. | .... | variable | 0,77 |
| 6 | 569,05 | + 0,15 | 568,57 | 569,59 | +10,70 | + 4,33 | + 7,2 | +14,0 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,54 |
| 7 | 565,13 | — 3,76 | 563,54 | 567,68 | + 4,53 | — 1,82 | + 2,0 | + 7,5 | ..... | 11,2. | .... | variable | 0,99 |
| 8 | 563,39 | — 5,50 | 562,51 | 564,79 | + 1,95 | — 4,38 | 0,0 | + 6,0 | 5 | 4,5. | .... | NE. 1 | 0,72 |
| 9 | 567,62 | — 1,26 | 565,21 | 568,89 | + 0,44 | — 5,87 | — 0,5 | + 2,6 | 10 | 8,2. | .... | NE. 2 | 0,71 |
| 10 | 569,41 | + 0,54 | 568,72 | 570,04 | + 7,14 | + 0,86 | + 2,5 | +11,3 | ..... | ..... | .... | variable | 0,67 |
| 11 | 570,10 | + 1,24 | 569,44 | 570,54 | + 6,85 | + 0,60 | + 5,5 | + 8,6 | ..... | 8,2. | .... | SO. 1 | 0,76 |
| 12 | 570,48 | + 1,63 | 570,04 | 571,14 | + 8,39 | + 2,17 | + 4,8 | +11,2 | ..... | ..... | .... | variable | 0,53 |
| 13 | 570,91 | + 2,08 | 569,73 | 571,44 | + 7,91 | + 1,72 | + 5,0 | +10,5 | ..... | 10,2. | .... | NE. 1 | 0,59 |
| 14 | 570,37 | + 1,56 | 570,18 | 570,77 | + 9,59 | + 3,43 | + 6,8 | +13,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,16 |
| 15 | 569,50 | + 0,71 | 569,38 | 569,92 | +10,46 | + 4,34 | + 8,3 | +13,8 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,60 |
| 16 | 569,70 | + 0,93 | 569,24 | 570,08 | + 8,95 | + 2,87 | + 7,0 | +12,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,28 |
| 17 | 569,51 | + 0,76 | 569,42 | 569,75 | + 8,33 | + 2,29 | + 5,7 | +11,4 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,00 |
| 18 | 568,58 | — 0,14 | 568,31 | 568,82 | + 8,89 | + 2,89 | + 7,0 | +12,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,00 |
| 19 | 567,80 | — 0,89 | 567,44 | 568,30 | + 9,00 | + 3,05 | + 6,6 | +13,4 | ..... | ..... | .... | variable | 0,14 |
| 20 | 567,67 | — 0,99 | 567,12 | 568,46 | + 8,92 | + 3,02 | + 6,2 | +12,3 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,29 |
| 21 | 568,02 | — 0,61 | 567,82 | 568,27 | + 8,12 | + 2,27 | + 6,0 | +10,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,81 |
| 22 | 566,58 | — 2,02 | 566,16 | 567,07 | + 5,11 | — 0,68 | + 2,0 | + 8,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,90 |
| 23 | 565,62 | — 2,94 | 565,07 | 566,47 | + 2,25 | — 3,48 | + 1,4 | + 5,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,99 |
| 24 | 567,89 | — 0,63 | 566,24 | 569,34 | + 2,83 | — 2,84 | + 1,7 | + 4,6 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 1,00 |
| 25 | 569,69 | + 1,21 | 568,89 | 570,04 | + 5,98 | + 0,38 | + 2,0 | + 8,7 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,04 |
| 26 | 569 12 | + 0,68 | 569,04 | 569,48 | +10,02 | + 4,49 | + 6,2 | +13,4 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,01 |
| 27 | 566,51 | — 1,89 | 566,39 | 567,07 | + 2,73 | — 2,73 | + 1,0 | + 6,1 | ..... | 4,2. | .... | NE. 1 | 0,94 |
| 28 | 567,83 | — 0,52 | 566,59 | 569,02 | + 0,93 | — 4,46 | — 0,4 | + 3,6 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,99 |
| 29 | 568,52 | + 0,22 | 568,14 | 568,90 | + 5,34 | + 0,02 | + 2,0 | + 9,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,03 |
| 30 | 567,58 | — 0,67 | 567,18 | 568,24 | + 7,32 | + 2,08 | + 4,3 | +11,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,36 |
| 31 | 565,72 | — 2,48 | 565,58 | 566,22 | + 4,18 | — 0,98 | + 1,2 | + 7,2 | ..... | 2,0. | .... | NE. 1 | 0,83 |

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

# MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1872.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 565,43 | 565,62 | 565,85 | 565 75 | 565,72 | 565,68 | 565,91 | 566,00 | 566,13 |
| 2e « | 569,17 | 569,32 | 569,49 | 569,58 | 569,58 | 569,57 | 569,57 | 569,67 | 569,76 |
| 3e « | 567 23 | 567,45 | 567,60 | 567,60 | 567,60 | 567,60 | 567,65 | 567,87 | 567,90 |
| Mois | 567,28 | 567,46 | 567,65 | 567,64 | 567,63 | 567 61 | 567,71 | 567,85 | 567,93 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | + 3,16 | + 4,48 | + 5,68 | + 6,57 | + 6,01 | + 6 12 | + 4,99 | + 4 30 | + 4,16 |
| 2e « | + 6 29 | + 8,67 | +10,63 | +11,37 | +11,20 | +10,45 | + 9,12 | + 8,15 | + 7,90 |
| 3e « | + 3,55 | + 5,62 | + 6,47 | + 6,98 | + 6,97 | + 6,42 | + 4,95 | + 4,83 | + 4,27 |
| Mois | + 4,31 | + 6,24 | + 7,56 | + 8,26 | + 8,03 | + 7,62 | + 6,31 | + 5,73 | + 5,41 |

| | Min. observé.* | Max. observé.* | Clarté moyenne du Ciel | Eau de pluie ou de neige. | Hauteur de la neige tombée |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | mm | mm |
| 1re décade | + 1,87 | + 7,58 | 0,79 | 51,2 | 15 |
| 2e « | + 6,29 | +11 84 | 0,33 | 18,4 | — |
| 3e « | + 2,49 | + 8,02 | 0,63 | 6,2 | — |
| Mois | + 3,52 | + 9,11 | 0,59 | 75,8 | 15 |

Dans ce mois, l'air a été calme 19,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,83 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 42,7 sur 100.

* Voir la note du tableau.

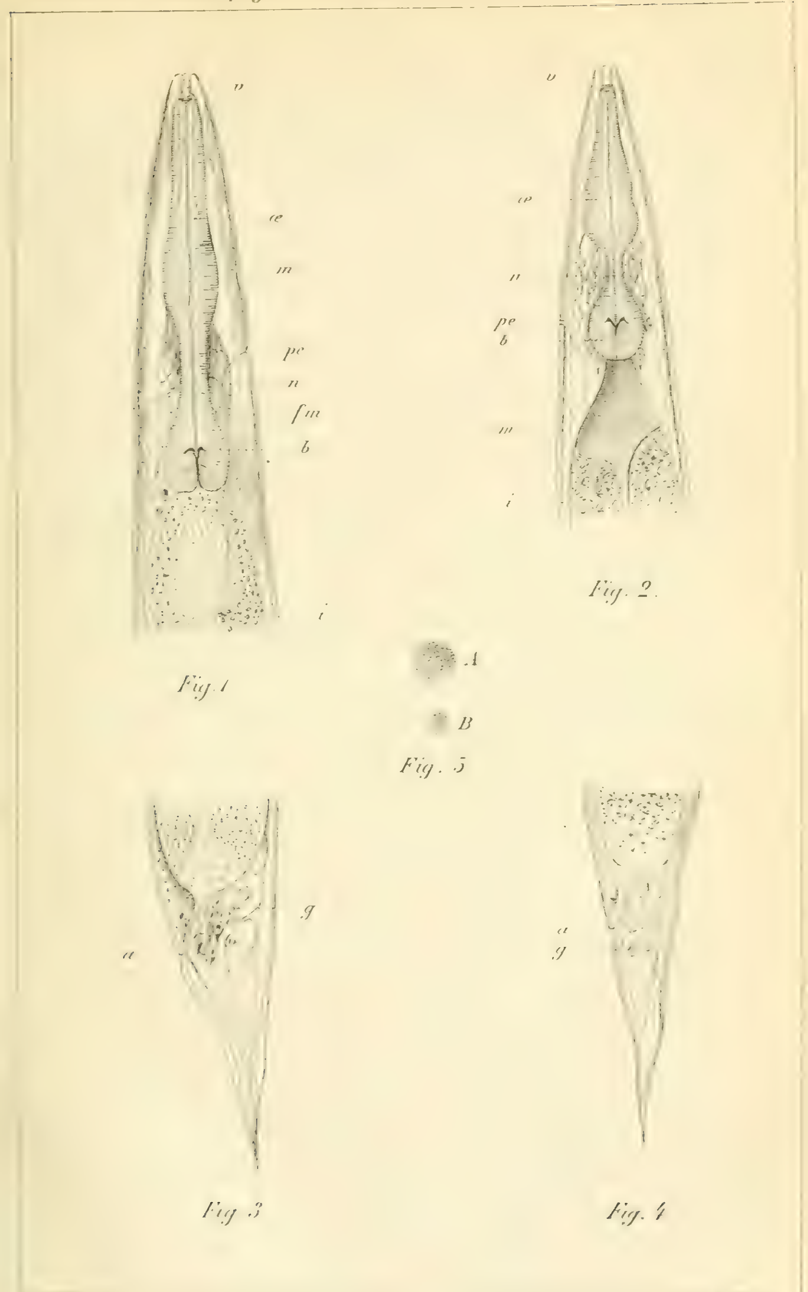



Fig. 1

Fig. 2.

Fig. 5

Fig. 3

Fig. 4

# CONTRIBUTIONS

A LA

# THÉORIE DE LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

PAR

**M. J.-B. SCHNETZLER**
Professeur à l'Académie de Lausanne.

Une vive discussion a éclaté récemment au sujet des fermentations, à l'Académie des Sciences de Paris, entre deux chimistes distingués, MM. Pasteur et Fremy. Pour M. Fremy, il y a fermentation toutes les fois qu'un composé organique se transforme rapidement et d'une manière en apparence spontanée en d'autres composés, dont l'un est ordinairement gazeux.

En réalité, les fermentations se produisent, suivant M. Fremy, sous l'action de substances albuminoïdes, tantôt bien connues, comme la diastase, la pepsine, la pectase, tantôt, au contraire, absolument inconnues, comme dans le cas de la fermentation alcoolique. Pour MM. Fremy et Berthelot dans les fermentations corrélatives du développement d'êtres organisés, ces derniers n'agiraient qu'en secrétant la substance albuminoïde spéciale à chaque fermentation et qui est le véritable ferment. Dans cette manière de voir, les ferments seraient des matières albuminoïdes solubles secrétées par un organisme vivant ou provenant de sa décomposition, et qui auraient la propriété de transformer par simple action de contact certaines matières organiques en d'autres composés différents.

Dans la séance du 5 février 1872, M. Fremy a formulé ses idées sur la fermentation de la manière suivante, en les appuyant sur des expériences :

1° Les fermentations peuvent se produire dans des conditions qui excluent toute possibilité de pénétration des germes atmosphériques dans la liqueur fermentescible.

2° Des ferments analogues aux levures se produisent directement à l'intérieur des cellules végétales par une simple transformation de leur plasma.

3° Un même ferment peut produire toutes les fermentations que M. Pasteur a étudiées sous le nom de fermentation alcoolique, lactique et butirique. On sait que M. Pasteur attribue chacune de ces fermentations à un organisme particulier.

Il faut cependant observer que les expériences de M. Fremy laissent beaucoup à désirer au point de vue de l'observation microscopique et qu'il a décliné l'offre de M. Dumas de répéter devant une commission de l'Académie, en même temps que M. Pasteur, des expériences convenues d'avance [1].

Je ne voudrais pas renouveler ici la dispute scientifique qui vient d'éclater si vivement à Paris. Mon but est de communiquer les résultats de quelques expériences faites pendant l'été et l'automne de 1871 sur la fermentation alcoolique. En restreignant ainsi le problème, nous nous trouvons toujours en face des mêmes questions importantes :

Les organismes qui accompagnent la fermentation alcoolique exercent-ils une action purement physico-chimi-

[1] *Revue des Cours scientifiques*, n° 32 et suite, 1872. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris.*

que par l'intermédiaire des matières albuminoïdes qu'ils produisent, ou la fermentation est-elle produite par une fonction de leur vie ?

Ces organismes sont-ils la cause de la fermentation ou n'en sont-ils peut-être que l'effet ?

Avant de discuter ces questions, passons en revue quelques expériences, faites sans aucune idée préconçue.

### 1re *Expérience.*

Des groseilles rouges (Ribes rubrum L.) furent écrasées avec du sucre blanc bien pur ; au jus ainsi obtenu, on ajouta $^{8}/_{10}$ d'eau bouillante. Le liquide filtré, parfaitement limpide, fut enfermé dans deux flacons. Le flacon A resta ouvert ; le flacon B fut bouché par une couche d'huile d'olive très-pure de 5 centimètres d'épaisseur.

Vingt-quatre heures après, on vit apparaître dans les deux flacons de légers nuages blanchâtres qui cependant étaient plus gros dans le flacon A que dans le flacon B. Bientôt il se forma dans le flacon A des filaments ramifiés, un véritable mycélium de champignon, sur lequel s'élevaient de longues cellules ramifiées, présentant à leur extrémité des gemmes ou des chapelets de cellules reproductrices formées par étranglement d'une cellule allongée. Ce mode de reproduction a été signalé chez les champignons du genre Mucor, lorsqu'ils végètent dans des liquides sucrés, dans lesquels ils se trouvent entièrement immergés.

Cinq jours après le commencement de l'expérience, les flocons du flacon A s'étaient tellement agrandis qu'ils finissaient par atteindre la surface du liquide ; alors, pendant que la partie inférieure ne présentait que des ramifications irrégulières, la partie supérieure se composait

de filaments deux ou trois fois plus larges qui s'élevaient à l'air au-dessus du liquide, sous forme de cellules longues, droites, terminées en boules ou en vraies sporanges, remplies de spores arrondies. Ce champignon est le Mucor racemosus qui se trouve souvent dans des liquides en fermentation et à la végétation duquel on a souvent attribué la fermentation elle-même. Dans l'expérience dont nous parlons, à aucune phase de son développement, malgré sa luxuriante végétation, ce champignon n'a produit de dégagement de gaz.

Pendant tout ce temps, le liquide du flacon B, abstraction faite des flocons, qui, dès le commencement, s'étaient formés et déposés au fond, était resté parfaitement limpide et a gardé jusqu'à aujourd'hui (août 1872) sa couleur rosée, tandis que celui du flacon A s'est complétement décoloré. Le mycélium du flacon B est formé de filaments excessivement minces, accompagnés de petites spores. On trouve à l'aide du microscope ces mêmes filaments et sporules sur les groseilles et malgré la filtration et l'eau bouillante, ils ont été introduits vivants dans le jus des groseilles écrasées. La différence du développement du Mucor dans les deux flacons s'explique par les différentes quantités d'air avec lesquelles il se trouvait en contact.

Quoiqu'il n'y ait pas eu de dégagement de gaz ni dans l'un ni dans l'autre flacon, leur contenu, doux au commencement, a pris une saveur acide; il y a donc eu changement de composition sans dégagement de gaz. La température à laquelle le liquide s'est trouvé exposé variait de 20 à 25° C.

2^me *Expérience.*

L'expérience précédente a été répétée avec du jus de groseilles rouges non chauffé. Il y a eu formation abondante de Mucor dans le flacon ouvert et dans celui qui était fermé avec de l'huile. Le champignon a parcouru toutes les phases de son développement dans les deux flacons ; mais dans aucun des deux, malgré une température qui variait de 14° à 30°, il n'y a eu trace de dégagement de gaz.

Il est cependant bien connu que le jus de groseilles fermente spontanément et se transforme en une sorte de vin d'un goût assez agréable. Toutes les fois que cette fermentation alcoolique du jus de groseilles a été observée, l'examen microscopique a toujours démontré qu'elle était accompagnée du champignon ordinaire de la fermentation sur le nom duquel nous reviendrons plus tard. Schleiden nous cite un exemple de cette fermentation dans ses « *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik,* » IV^me édit., p. 146.

L'absence de fermentation avec dégagement de gaz dans le jus de groseilles sur lequel j'ai fait mes observations, s'explique peut-être par l'invasion et le développement du Mucor, dont la végétation vigoureuse a empêché celle du champignon ordinaire de la fermentation qui a dû se trouver aussi bien dans mon jus de groseilles que dans celui de Schleiden, car ils ont été préparés de la même manière. Mes groseilles cependant n'étaient pas tout à fait fraîches et leur surface présentait de nombreux mycéliums de Mucor. Quoi qu'il en soit, nous avions là un liquide fermentescible, dans lequel le Mucor racemosus a parcouru toutes les phases de son dévelop-

pement sans produire le dégagement d'une seule bulle de gaz.

J'introduisis alors dans mes deux flacons une petite quantité de levure de bière fraîche, dont les cellules étaient en pleine végétation. Déjà au bout de trois heures, dans le flacon ouvert, il s'établit un dégagement d'acide carbonique, dont les nombreuses bulles partaient du fond où se trouvaient les cellules de la levure; ces cellules se multiplièrent fortement par bourgeonnement.

Dans le flacon fermé par un bouchon d'huile, qui interceptait toute communication avec l'air extérieur, le dégagement des bulles d'acide carbonique, après l'introduction de la levure, s'établit un peu plus tard; mais le lendemain il y eut une vigoureuse fermentation avec dégagement de gaz et formation de nouvelles cellules de levure. Cette fermentation fut également moins forte que dans le vase ouvert; le liquide ne se troubla guère dans le vase fermé, parce que la lie se déposa au fond, tandis que dans le vase ouvert elle monta en grande partie à la surface.

### 3me *Expérience.*

Du jus de raisin très-limpide, tel qu'il est obtenu en pressant doucement les baies de raisin, fut placé dans trois éprouvettes. La première A fut bouchée par une épaisse couche de baume de Canada, la seconde B avec un tampon de coton, la troisième C restait parfaitement en communication avec l'air. Bientôt après il se forma dans les trois tubes un dépôt verdâtre composé de fragments de cellules, de cellules entières de la pulpe, de mucilage, de cristaux octaédriques, de fragments de mycélium de Mucor et de Penicillium. Trois jours après,

à une température de 15° C., la fermentation se manifesta bien dans l'éprouvette C. On y vit apparaître une quantité énorme de cellules du « ferment alcoolique ordinaire du vin » de Pasteur (Saccharomyces ellipsoïdeus Reess). Ces cellules se distinguèrent des spores de Penicillium et de Mucor. Pendant que les cellules de Saccharomyces se multipliaient énergiquement, le mycélium du Mucor et du Penicillium s'arrêta dans son développement.

Dans l'éprouvette B, le mycélium du fond se développa et forma des flocons blancs très-visibles à l'œil nu; il était entremêlé de cellules de Saccharomyces. A partir du quatrième jour, on vit se dégager quelques bulles d'acide carbonique. Le cinquième jour, la fermentation devint plus forte, les flocons de moisissures se tassèrent au fond avec les cellules de ferment. Le développement du mycélium s'arrêta depuis le moment où les cellules de Saccharomyces se multiplièrent et prirent le dessus [1].

Pendant tout ce temps, le jus recouvert d'une couche de baume de Canada n'avait pas fermenté. Au bout de quinze jours, à une température de 13°, il se manifesta une fermentation fort calme; un peu de lie se déposa doucement au fond. Il n'y eut pas trace de flocons de moisissure.

Peu de jours après, tout dégagement de gaz cessa, et aujourd'hui (août 1872), le jus de raisin présente encore la même couleur opaline qu'en automne 1871 et il est encore doux.

[1] Comme le coton arrête les germes organiques de l'air, les cellules de Saccharomyces devaient se trouver déjà dans le jus de raisin dans un état actif.

Cette expérience présente un certain intérêt. Nous avons là un liquide fermentescible, qui, en effet, commence à fermenter. Au point de vue physico-chimique l'impulsion était donnée. Les molécules de sucre se scindaient directement ou indirectement en molécules d'alcool et d'acide carbonique; mais à peine commencée, cette décomposition cesse et cependant ni le sucre, ni le ferment n'étaient épuisés. Est-ce l'exclusion de l'air qui a arrêté la fermentation ? Des bulles d'air introduites à travers le baume de Canada ne provoquent pas une nouvelle fermentation et nous avons vu la fermentation alcoolique s'opérer dans une liqueur sucrée séparée de l'air par une épaisse couche d'huile. Une différence essentielle entre les deux expériences consistait dans le remplacement de la couche d'huile par une couche de baume de Canada. L'huile, loin d'empêcher la végétation des moisissures, leur fournit souvent un substratum favorable, leurs spores peuvent passer à travers une couche d'huile sans perdre leur faculté de germer et nous avons vu des cellules de levure végéter et se reproduire après avoir été introduites dans une liqueur sucrée à travers une épaisse couche d'huile. Le baume de Canada, au contraire, non-seulement empêche le développement des spores de champignon qui tombent de l'air, mais il agit comme antiseptique, soit sur les spores soit sur le ferment albumineux contenus dans la petite quantité de moût que le baume séparait de l'air.

### 4$^{me}$ *Expérience.*

Du moût préparé comme celui de l'expérience précédente fut mis dans deux éprouvettes ouvertes. L'une re-

çut le moût seul, l'autre du moût avec un pour cent de phénol. Dans la première éprouvette, la fermentation s'établit bientôt à une température de 8 à 10° C. Dans la seconde éprouvette, il se déposa au fond une matière brune, finement granuleuse, des cellules de Saccharomyces contractées et déformées, du mycélium de Mucor, dont le protoplasma coagulé forme une sorte de cylindre dans l'intérieur des filaments. Jusqu'à aujourd'hui (août 1872), ce moût n'a subi aucune trace de fermentation.

D'après Hoppe-Seyler (*Medicinisch-chemische Untersuchungen, Schlussheft*), un pour cent de phénol tue tous les organismes, mais la décomposition des matières organiques continue encore lentement. J'ai plongé des groseilles rouges dans une solution de un pour cent de phénol dans de l'eau ; huit jours après il y eut fermentation avec dégagement de gaz et formation de levure qui surnageait. Des groseilles plongées dans une solution de un pour cent de chlorure de quinine subirent la même fermentation avec apparition de moisissures (Penicillium). Ces faits nous font voir que dans certains cas un pour cent de phénol empêche la fermentation et que dans d'autres un pour cent de la même matière ne l'empêche pas. Il est vrai que dans le premier cas le jus de raisin était parfaitement frais et n'avait pas été en contact avec la gousse, tandis que pour les groseilles, elles étaient cueillies depuis plusieurs jours et la grappe tout entière avait été plongée dans la solution de phénol. Dans le premier cas, il n'y avait que peu ou point de cellules de ferment en activité ; dans le second ces cellules étaient nombreuses et l'impulsion était donnée.

### 5me *Expérience.*

Du moût provenant de raisins pourris, avait subi sa première fermentation ; le vin qui en résultait était trouble et renfermait encore des cellules de ferment et des spores de moisissures. Il fut exposé au commencement de l'hiver 1871 pendant plusieurs jours à un froid qui variait de —13° à —16° C. Le liquide était complétement congelé. Au dégel, il se déposa au fond du liquide, devenu limpide et incolore comme l'eau, une matière brune, formée d'agglomérations de cellules de Saccharomyces déformées et déchirées. Le liquide clair fut décanté et jusqu'au mois d'avril 1872, on n'y vit aucun changement. Il y eut alors, à une température de 15°, une lente fermentation qui transforma le jeune vin en un vin mousseux comme du champagne, tandis qu'il se formait au fond du flacon un très-léger dépôt blanchâtre.

### 6me *Expérience.*

La liqueur fermentescible fut composée de la manière suivante : 15 grammes de sucre de raisin furent dissous dans 100 grammes d'eau. On y ajouta 3 grammes d'azotate d'ammoniaque, 2 grammes de phosphate de magnésie et 2 grammes de phosphate de potasse. Le précipité qui résulta de la réaction de ces sels fut éliminé par une filtration [1].

Le liquide filtré fut mis dans deux flacons A et B. Dans le flacon A on ajouta 50 centigrammes de levure fraîche de bière. Dans le flacon B on mit la même quan-

[1] J'ai employé ces sels malgré leur réaction, parce que dans d'autres expériences que je voulais vérifier on avait employé les mêmes substances minérales.

tité de levure vigoureusement broyée, jusqu'à ce qu'elle fut réduite en une pâte homogène et brune, tandis que la levure non broyée était d'un blanc jaunâtre. La levure broyée se composait de cellules déchirées et d'une matière amorphe finement granuleuse.

Trois heures après l'introduction de la levure intacte dans le flacon A, la fermentation commença (température 15°). Vingt-quatre heures après, le liquide était en pleine fermentation. Ce n'est qu'au bout de deux jours que de rares bulles de gaz se dégagèrent dans le flacon B. Ces bulles enlèvent du fond de la levure grise qui s'était formée au milieu de la matière brune. Trois jours après le commencement de l'expérience, la fermentation devint énergique dans le flacon B; elle fut accompagnée d'une forte production de ferment blanchâtre. Sous le microscope, on vit distinctement des bulles d'acide carbonique se dégager des cellules blanches.

### 7me *Expérience.*

Le liquide préparé comme dans l'expérience précédente fut placé dans trois flacons A, B et C. Dans les trois flacons on ajouta un minimum de levure non broyée: le flacon B reçut un pour cent de phénol; le flacon C un pour cent d'hyposulfite de soude. La température était de 15°. Le lendemain, le liquide de A et C se trouvèrent en pleine fermentation: celui de B restait intact.

### 8me *Expérience.*

Du jus de framboises fut placé dans trois éprouvettes A, B et C. L'éprouvette A reçut du jus non bouilli qui communiquait librement à l'air. Dans les éprouvettes B et C, on mit du jus bouilli dans l'éprouvette même, pen-

dant un quart d'heure environ. Le jus de l'éprouvette B communiquait librement avec l'air; l'éprouvette C avait été fermée, déjà pendant l'ébullition, par un bouchon de coton.

Le lendemain de l'opération, à une température de 25°, le jus de l'éprouvette A se trouva en pleine fermentation; de grosses bulles d'acide carbonique se dégageaient, et des cellules de ferment colorées en rose surnageaient. Bientôt il se forma sur cette couverture de levure rouge une couche de moisissure verdâtre qui n'était autre chose qu'une colonie de Penicillium glaucum, dont les spores germaient par milliers.

Depuis le 23 juillet jusqu'au 5 août, le jus de l'éprouvette B resta limpide de même que celui de C. A partir de ce moment, on aperçut dans l'éprouvette B une légère couche de Penicillium qui alla de jour en jour en augmentant. Cependant il n'y eut pas trace de fermentation accompagnée d'un dégagement de gaz. Le jus de l'éprouvette C est resté jusqu'à présent (1er octobre) parfaitement limpide et on n'y aperçoit pas la moindre apparence de moisissure [1].

## *Conclusion.*

M. Dumas (Académie des Sciences de Paris, séance du 5 août 1872) admet deux sortes de ferments : ceux dont le type est la levure de bière, qui vivent et se multiplient pendant la fermentation ; ceux dont le type est la diastase, qui se détruisent au contraire pendant leur action. Il démontre, contrairement à la théorie de Liebig, que la fer-

[1] Après l'ébullition il s'est déposé dans les éprouvettes B et C une matière coagulée d'un gris rougeâtre.

mentation alcoolique est, comme le soutient M. Pasteur, un phénomène corrélatif de la vie de la levure (*Revue scientifique*, 10 août 1872). La distinction faite par M. Dumas me semble très-heureuse ; il y a des transformations chimiques qu'on a rangées parmi les fermentations et qui s'opèrent sans l'intervention d'organismes vivants, tandis que la fermentation alcoolique, etc., est produite par de petits organismes vivants de la classe des champignons. Dans l'un et dans l'autre cas c'est une matière albumineuse qui, sous l'influence de l'oxygène, exécute un travail chimique, et, il faut l'avouer, nous ignorons dans l'un et dans l'autre cas comment ce travail chimique et physiologique s'opère dans du protoplasma vivant. Les hypothèses n'ont pas manqué, mais il vaut mieux avouer notre ignorance et continuer nos recherches.

Des expériences précédentes, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° La fermentation alcoolique avec dégagement de gaz est produite par les cellules vivantes de Saccharomyces qui se trouvent dans la levure ; il existe des cas où les Mucor, Aspergillus et Penicillium ne la produisent pas avec dégagement de gaz, lorsqu'ils se trouvent dans le même liquide.

2° Les cellules de Saccharomyces ne résistent pas à une ébullition prolongée.

3° Des moisissures peuvent produire un changement dans la composition chimique d'une liqueur fermentescible sans qu'il y ait dégagement de gaz.

4° La même quantité de matière antiseptique peut produire des effets différents dans une liqueur fermentescible, suivant que les champignons se trouvent dans le liquide à l'état de repos ou en pleine végétation.

5° Les moisissures empêchent souvent le développement des Saccharomyces et vice versa.

6° Le froid peut hâter la clarification et la maturation du vin.

7° La levure broyée, quoiqu'elle renferme encore quelques cellules de levure vivantes, ne produit jamais aussi vite la fermentation que la levure intacte.

8° Dans du jus de framboises non bouilli, exposé à l'air, les champignons de fermentation (Saccharomyces) se développent avant les moisissures. Dans le même jus bouilli, exposé à l'air, il n'y a plus de fermentation, mais il se forme des moisissures. Bouilli dans une éprouvette fermée par du coton, il n'y a ni fermentation, ni moisissure.

---

# ÉTUDE

SUR

# LE TERRAIN QUATERNAIRE DU SAHARA ALGÉRIEN

PAR

**M. CHARLES GRAD.**

---

En réalité, le Sahara a une surface accidentée bien différente de la plaine toujours unie, partout sablonneuse, dont les vents du midi tourmentent les flots pareils aux vagues de la mer, selon le témoignage des géographes anciens exprimé par Mela : *Auster immodicus exsurgit, arenasque quasi maria agens, siccis sævit fluctibus.* Mais si cette contrée immense présente des différences d'altitude de 2000 mètres au moins entre ses derniers sommets et ses dépressions les plus basses, l'absence de fleuves permanents à sa surface empêche de saisir aisément les principaux traits de son relief. Son point culminant se trouve dans l'Ahaggar, massif élevé dont les cimes conservent la neige durant plusieurs mois, qui a des sources et des eaux courantes, duquel enfin se détachent plusieurs plateaux ou contreforts partageant par leurs lignes de faîte de Sahara en trois grands bassins fluviaux. Ces trois bassins sont ceux du Taffassaset qui s'incline au sud vers le Soudan et le grand fleuve de Tombouctou ; du Tirhërert qui débouche au bas de l'Atlas marocain à l'ouest du côté de l'Atlantique; de l'Igharghar au nord qui va aboutir aux abords du golfe de Gabès et de la Méditerranée. L'aridité du Sahara est telle que ses rivières se perdent dans les sa-

bles à leur sortie des vallées de l'Ahaggar pour continuer sous terre leur cours sur de plus grandes étendues.

Presque tout le réseau fluvial du sud de l'Algérie converge vers l'Igharghar. Cette rivière ainsi nommée par les Touaregs est le Gir de Ptolémée, le Niger des géographes latins, comme il ressort des judicieuses identifications de M. Vivien de Saint-Martin. Formée de l'union de plusieurs branches descendues de l'Ahaggar, elle se dirige par l'Oued Gigh ou Rhir avec un cours souterrain vers la dépression du Chott Melghigh ou Melrhir, où aboutit également un autre affluent souterrain, l'Oued Djeddi venant des plateaux de Laghouat, à l'ouest. Les deux courants de l'Igharghar et du Djeddi ont dû communiquer ensemble à une époque plus ancienne, peut-être même avec la Méditerranée par la Petite Syrte ou le golfe de Gabès à travers les lagunes du sud de la Tunisie. Mon intention, en signalant ces faits, n'est pas de donner ici une esquisse complète de la conformation physique du Sahara. J'ai seulement voulu montrer comment le bassin du Melghigh et de ses affluents plus ou moins apparents embrasse les parties centrale et orientale du Sahara algérien. Je rappellerai de plus que le fond ou le niveau du Chott Melghigh, dont les eaux, quand il y en a, sont peu profondes, se trouve à peu près au niveau ou peut-être au-dessous du niveau de la Méditerranée ; les observations barométriques de M. Marès et celles de M. Vuillemot attribuent au fond de ce bassin ordinairement à sec une position de 21 à 38 mètres au-dessous du niveau de la mer. On ne distingue aucune pente à l'œil dans la région des lacs salés; mais le cours des eaux montre dans l'Oued Ghigh à la suite des violents orages une inclinaison sensible du sud au nord. En somme, l'immense bassin des

Chotts sahariens, de l'Igharghar et du Djeddi, est dessiné au sud par le massif de l'Ahaggar et ses terrasses étagées; par les plateaux de la Tasli septentrionale, de Tademayt, des Beni Mezab et de Laghouat du côté de l'ouest, enfin par la chaîne de l'Atlas au nord.

Dans la province de Constantine, la ligne de séparation des eaux coulant d'une part vers le Sahara, de l'autre du côté de la Méditerranée passe à six kilomètres de Batna à une hauteur de 1100 mètres au-dessus de la mer. Des deux côtés de cette ligne s'étend un dépôt continu de marnes, entre les crêtes de collines, avec une pente très-douce, presque insensible. Tantôt brunes, tantôt jaunes et zébrées de violet, ces marnes reposent à quelques mètres de profondeur sur un banc de poudingue à peu près horizontal à l'œil. En descendant vers le Sahara, le poudingue reparaît ensuite à la surface, soit en figurant des plateaux réguliers ou des terrasses comme le long de l'Oued El-Kantara, de l'Oued Bou-Mazoube et de l'Oued-Biskra: soit sous forme d'un manteau continu comme entre le col de Khanguet-Ousla et la plaine d'El-Outaïa d'abord, puis dans le pli compris entre le col de Sfa et Biskra. Ces poudingues à peu près horizontaux recouvrent parfois, avec une discordance de stratification bien marquée, les terrains de formation antérieure, comme au pied du Djebel Amar-Khaddou, aux abords des oasis de Chetma et de Garta. Ils se composent de cailloux roulés provenant des calcaires crétacés englobés dans une gangue calcaire ou gypseuse plus ou moins dure formant carapace. La grosseur des cailloux comme l'épaisseur des bancs diminue à partir des pentes de l'Atlas vers le sud du Sahara. Les dimensions des galets varient depuis un mètre cube dans le bassin du Hodna jusqu'à la taille d'une noisette au plateau

de Kef-el-Hammar. La puissance des bancs atteint de 8 à 10 mètres sur les bords de la rivière de Biskra, de 5 à 10 mètres le long de l'Oued El-Kantara, de 3 à 4 mètres près de Chetma, 4 mètres au-dessus des couches d'origine marine de l'époque pliocène de Bou-Mazoube, dans le bassin du Hodna. Vers le sud les poudingues ou même les galets en moins grande abondance encroûtés dans les marnes pures ou argileuses apparaissent beaucoup plus rarement à la surface du sol. Mais les forages artésiens faits pour la création de puits jaillissants à Tougourt et dans la dépression du Chott Melghigh indiquent presque toujours des couches de poudingues sous les marnes et les sables à une profondeur variable, ordinairement de 30 à 60 mètres. A Ourlana, les journaux de sondages indiquent à 58 mètres de profondeur une première couche, brèche de silex et calcaire très-dure de 5 mètres d'épaisseur; à Mazer on a trouvé par 58 mètres aussi un banc de cailloux roulés de calcaire et de silex agglutinés; à Sidi-Jaya une couche de galets calcaires et de silex reliés par un sable très-dur à 41 mètres; à Sidi-Ambam un poudingue à 68 mètres; à Tamerna un poudingue de silex et de calcaire à gangue siliceuse dure à 50 mètres. Non-seulement les poudingues apparaissent ici à une plus grande profondeur que près du pied de l'Atlas sur la lisière du Sahara, mais les galets, qui souvent ne dépassent pas la grosseur d'une noisette, sont pour la plupart siliceux, tirant probablement leur origine de montagnes situées dans le sud et d'une nature différente des terrains de l'Atlas sur la lisière septentrionale du désert.

Partout où ces poudingues arrivent au jour, ils forment des plateaux arides, des *Hammads*, comme disent les Sahariens. Ils ne forment pas des couches régulières, d'une

épaisseur constante sur tout leur développement. Ils ont plutôt l'aspect des dépôts de graviers fluviatiles, s'étendant au-dessus des marnes et des sables plus ou moins gypsifères qui leur sont associés comme un manteau continu à surface généralement horizontale. On observe cette horizontalité des poudingues superficiels autour de Biskra comme aux oasis de Khanga-Sidi-Nadj et de Sidi-Obgha. au bord de l'Oued El-Arab et au plateau de Kef-el-Hammar. Sur les rives de l'Oued El-Kantara ces mêmes poudingues affectent bien par moments des pentes assez fortes, mais elles proviennent de l'éboulement des marnes sous-jacentes. Puis sur la lisière septentrionale du Sahara, entre les oasis de Sidi-Khelil, ce dépôt, en stratification discordante avec des couches de grès jaunes et de marnes d'une formation plus ancienne sur lesquelles il repose, présente une inclinasion de 15° vers le sud due, sans doute, à un soulèvement. Dans la Mididja, le manteau de galets anciens de la période quaternaire, situé sur les pentes des montagnes des Beni-Menacer, a été également fortement relevé avec des dénivellations considérables depuis sa formation.

Aux poudingues du Sahara sont associées des couches de marnes et de sables à peu près parallèles. Quand les couches alternent ou se superposent, le parallélisme de ces différents dépôts ne persiste pas cependant d'une manière rigoureuse sur de grands espaces, comme il arrive pour les sédiments formés au fond des mers. Leur forme est lenticulaire et l'épaisseur des dépôts varie souvent sur de faibles étendues. Les résultats des sondages artésiens faits sur des points rapprochés montrent que les couches de marnes, de sable et de poudingues, ordinairement accompagnées de gypse, enchevêtrent différemment leurs

alternances variées. Bien des fois les poudingues passent au sable d'une manière insensible, ou encore, les marnes sableuses se changent en marnes pures. Quant au gypse, il donne souvent au sable la consistance du grès dont la délitation à la surface du sol produit les dunes. Lorsque les marnes paraissent à la surface, elles forment comme les poudingues des plateaux ou des hammads désséchés, dont l'aspect monotone et les vastes perspectives contrastent avec le sol accidenté des grandes dunes. Presque toujours la superficie des plateaux terreux présente comme le manteau de poudingues un encroûtement calcaire ou sourtout gypseux qui paraît avoir transsudé à la surface et la rend rocheuse.

La présence du gypse dans les couches superficielles de gravier, de sable et de marnes du Sahara ne doit pas étonner, car on le retrouve aussi dans les couches des formations tertiaires et crétacées. Sa texture et son abondance varient. Il est mêlé en plus grande quantité aux dépôts superficiels ; mais les sondages artésiens constatent aussi l'existence de couches gypseuses compactes à 100 mètres de profondeur au puits de Cétraiat, à 94 mètres au puits d'El-Mkham. Il est parfois farineux et friable, plus souvent solide et cristallisé. On voit des amas de gypse blanc pulvérulent au milieu des poudingues de l'Oued El-Kantara et dans les sables qui forment la ceinture du bassin du Hodna. Dans les sables quartzeux, le gypse apparaît en cristaux en fer de lance de 20 à 25 centimètres de long sur 15 à 20 centimètres de large, formant des paquets entassés les uns au-dessus des autres, avec des angles très-vifs, montrant que les cristaux se sont développés sur place et n'ont pas été roulés dans un courant d'eau. Viennent-ils à former une couche con-

tinue, les cristaux gypseux affectent plusieurs formes et s'enchevêtrent de mille manières diverses. Mais le plus fréquemment, le gypse se montre à la surface des plateaux sahariens à l'état de croûte uniforme, composée de plaques juxtaposées à structure grenue simulant un dallage régulier. Ce dallage se poursuit sans interruption sur des étendues énormes où l'on pourrait rouler en voiture pendant des heures. De loin le reflet de cette surface unie rappelle l'aspect des névés des Alpes éclairés par le soleil. Dans certaines dépressions et dans les gouttières d'anciens courants d'eau à sec, la même croûte revêt les pentes et les parois comme la face supérieure des plateaux, témoignant alors de dénudations et d'érosions antérieures aux derniers dépôts gypseux. Je dis les derniers dépôts, car l'exécution des puits artésiens dans le bassin de Melghigh a montré la présence de bancs de gypse solide à de grandes profondeurs, alternant avec des couches de marne et de sable. L'analyse chimique indique d'un autre côté une forte proportion de sable quartzeux dans les cristaux de gypse les plus purs en apparence [1].

Dans le sud les amas de sable que les forages artésiens du bassin de Melghigh ont traversé sur une grande épaisseur apparaissent à la surface du sol sur d'immenses étendues sous forme de dunes. Tout d'abord, au premier

[1] D'après une analyse de M. Vatonne, ingénieur des mines à Alger, analyse vérifiée plus récemment par M. Piccard, 100 parties de gypse cristallisé du Sahara présentent les éléments suivants :

| | |
|---|---|
| Sable quartzeux . . . . . . . | 37,00 |
| Argile. . . . . . . . . . . . | 5,00 |
| Gypse ou sulfate de chaux. . | 41,40 |
| Carbonate de chaux. . . . . | 3,67 |
| Carbonate de magnésie . . . | 1,50 |
| Eau . . . . . . . . . . . . . | 11,43 |

aspect le sable des dunes du Sahara semble amené par les vents. Cependant le même sable a été trouvé dans des puits artésiens alternant avec des couches de marnes et des poudingues, par conséquent dans des conditions qui attestent son dépôt sous l'action de l'eau. Puis au sein même des dunes, il y a des traces de stratification et de gros cailloux roulés que le vent n'a probablement pas amenés et qui témoignent au contraire d'une origine sédimentaire dans un courant d'eau. Les vents d'ailleurs, suivant le témoignage des Sahariens, ne modifient pas sensiblement, pendant toute une vie d'homme, la forme extérieure des grandes dunes, atteignant 100 mètres d'élévation et avec de fortes pentes. Mieux vaut attribuer la formation des dunes sur place avec des sables préexistants à l'état friable ou provenant de la décomposition des grès gypseux sous l'influence des phénomènes atmosphériques. M. Vatonne [1] dit que les dunes quand elles recouvrent des grès les protègent contre la désagrégation par l'atmosphère et que la décomposition des grès de cette région généralement peu solides provient des dilatations et des contractions causées par les variations de température. Au soleil la température du sol dans le Sahara s'élève parfois de 60 à 70 degrés centigrades pendant le jour pour s'abaisser d'autres fois au-dessous de 0 pendant la nuit.

La stratification horizontale ou à peu près telle des poudingues, des sables et marnes du Sahara rattache ces diverses couches à une même formation qui recouvre avec discordance les terrains plus anciens. Cette formation a une puissance de 10 mètres seulement dans les poudingues de la lisière septentrionale du Sahara algérien: mais elle atteint 107 mètres au sondage d'Oum-Thiour,

[1] Henri Duveyrier, *Les Touarègs du Nord*. Paris, 1865, p. 34.

à l'est du Chott Melghigh et 178 mètres si l'on tient compte des inégalités de relief du sol environnant. Aux puits d'Oum Thiour, les forages ont d'abord traversé une couche de poudingue, puis des sables alternant avec des marnes à 48 et à 64 mètres de profondeur. Comme ces puits sont au nombre de trois, peu distants les uns des autres, on peut comparer leur coupes et ces coupes attribuent aux diverses couches une forme lenticulaire, mais à stratification horizontale. Cette forme des couches apparaît également sur les berges des anciens cours d'eau désséchés et des ravins creusés dans les plateaux, comme aussi sur les flancs des terrasses et des monticules qui apparaissent de distance en distance dans le désert comme autant de témoins de dénudations immenses subies par ce terrain depuis sa formation. Quant aux discordances de stratification avec les terrains plus anciens, elles se manifestent surtout aux environs de Biskra, dans les oasis de l'est et de l'ouest, au pied des pentes de l'Atlas, où les dépôts horizontaux de marnes et de poudingues recouvrent non-seulement des formations miocènes et pliocènes d'origine marine, mais où ils viennent butter en outre sous un angle plus ou moins grand contre des couches, redressées de composition semblable à la leur, que M. Ville et M. Coquand désignent sous le nom de terrain pliocène d'eau douce, en proposant d'appeler *terrain saharien* la grande formation que nous venons de décrire.

Avec un développement immense le terrain saharien présente une remarquable unité de composition. Il réunit tous les caractères des dépôts d'atterrissement fluviatiles de la formation du diluvium ou du terrain quaternaire représentés dans tous les pays du monde. Ses fossiles sont des restes de mollusques terrestres ou d'eau douce, prove-

nant presque tous d'espèces encore vivantes dans le Sahara et en Algérie. Nous y trouvons entre autres : le *Planorbis corneus* recueilli lors du forage artésien d'Oum-Thiour, à 93 mètres de profondeur, dans une couche de sable ; le *P. Duveyrieri*, découvert par M. Duveyrier dans une « terre blanche calcaire » de l'Erg ; l'*Helix candidissima*, l'*H. melastomosa* et l'*H. pyramidata* ramassés dans les sables du Hodna et à Nouleïna ; le *Bulimus decollatus* dans les marnes gypseuses de l'Oued Biskra : la *Melania tuberculata* et le *Melanopsides prærosus*, trouvés par M. Ville avec un fragment d'omoplate près de l'oasis d'Oumach, dans des sables blancs quartzeux mêlés de gypse et d'argile brunie par des matières bitumineuses. Outre ces espèces caractéristiques des formations d'eau douce, le terrain saharien a présenté sur beaucoup de points, d'abord dans les sables et grès quaternaires de la Daya de Habessa, puis dans différents forages du bassin de Melghigh à des profondeurs notables et dans les grès gypseux de Bouchana, le *Cardium edule*, qui vit dans les eaux saumâtres. De plus, M. Desor affirme avoir trouvé également à Bouchana un fragment de *Buccinum gibberulum*, espèce qui vit encore sur le littoral de l'Algérie, accompagné de plusieurs morceaux séparés de *Balanus miser* [1]. A la suite de cette dernière découverte, M. Desor et M. Martins n'ont pas hésité à attribuer une origine marine aux grès de Bouchana, concluant en outre à l'existence d'une vaste mer à la surface du Sahara et contemporaine de l'époque de la grande extension des glaciers des Alpes. Pour ma part, je n'ai rencontré que des fossiles d'origine terrestre ou d'eau douce dans le terrain quaternaire du Sahara algérien et toutes les observations des géologues qui l'ont

[1] Desor, *Aus Sahara und Atlas*. In-8°; Wiesbaden, 1867, p. 46.

exploré concordent à établir presque partout à la surface de cette région l'existence de dépôts d'atterrissements d'origine fluviatile. Si la présence de fossiles marins de la même époque se confirme sur certains points, cette mer ne s'est pas étendue alors sur toute la surface du Sahara et formait peut-être un bassin intérieur comme celui de la Mer Morte de Palestine, ou bien encore communiquant avec la Méditerranée par le golfe de Gabès, ce qui reste à démontrer. L'existence des marais salants, Chotts, Dayas et Sebkhas, dans certaines dépressions ne saurait être invoquée en faveur de cette mer, car ces formations se retrouvent également sur les hauts plateaux de l'Atlas : le sol imprégne surtout les couches superficielles et provient du lavage constant des terrains dominants par les eaux pluviales pendant le cours des siècles. D'ailleurs M. Marès a recueilli sous une croûte de sel dans la Daya de Habessa des coquilles fluviatiles, mélanies, mélanopsides et paludines associées au *Cardium edule.*

Les couches en stratification discordante avec le dépôt franchement quaternaire de la lisière septentrionale du Sahara algérien, couches que MM. Coquand et Ville appellent *terrain pliocène d'eau douce*, n'ont encore présenté d'autres fossiles que quelques mélanopsides dont l'origine pourrait être assez récente. Ces couches fortement redressées du côté de l'Atlas se composent de poudingues et de grès grossiers alternant à leur base avec des marnes gypsifères. On y voit aussi sur certains points des calcaires blancs intercalés dans les marnes notamment à Biskra. Les poudingues de cette formation atteignent une puissance de 100 mètres sur les bords de l'Oued Malah. Peut-être pourrait-on rapporter cet ensemble de couches redressées au terrain quaternaire ancien des Braz

et de Marengo étudiés dans le Tell par M. Pomel[1] qui ne se trouve plus dans sa position de niveau primitif et qui correspond aux corniches de dépôts marins côtiers de Cherchell, élevés de 200 mètres au-dessus d'une seconde série de dépôts marins à peine émergés? En tous cas, on distingue dans le terrain quaternaire du Tell, en Kabylie comme dans la Mididja et dans la vallée du Chelif deux divisions distinctes l'une de l'autre quoique de composition identique toutes deux. Les deux dépôts se composent d'un manteau de galets souvent passés à l'état de poudingue et recouvert au sommet par un limon rougeâtre argilo-calcaire. Le dépôt ancien présente des bossellements et des ondulations formées à la suite de dénivellations et de mouvements du sol considérables. Le dépôt plus récent exempt de tout changement de niveau sensible, correspond aux plages légèrement émergées de la Calle, d'Alger et d'Oran, renfermant avec la faune actuelle de la Méditerranée des restes d'*Elephas antiquus*.

Nous avons vu que de distance en distance apparaissent sur les plateaux du Sahara des monticules terreux affectant la forme de troncs de cônes ou de pyramides et qui sont autant de témoins de grandes dénudations subies par le manteau quaternaire. Certains de ces témoins atteignent 60 mètres d'élévation et même plus. Les plateaux sont aussi découpés par de longues et profondes gouttières, par des ravins semblables aux lits désséchés de grands fleuves qui portent quelques fois jusque dans les régions des dunes les crues accidentelles écoulées de

[1] A. Pomel, *Le Sahara, Observations de géologie et de géographie physique, avec des aperçus sur l'Atlas et le Soudan*; in-8°. Alger, 1872, p. 49.

l'Atlas ou du massif de l'Ahaggar. Gouttières et ravins traversent de part en part le manteau d'atterrissement horizontal de la lisière septentrionale du Sahara pour entamer les couches sous-jacentes plus anciennes redressées au bas des pentes de l'Atlas. C'est ce qu'on remarque notamment en amont de l'oasis de Khanga-Sidi-Nadji où l'érosion est descendue à 30 mètres au-dessous de la surface des poudingues horizontaux. Dans ces ravins, le travail d'érosion ne s'est pas produit d'une manière continue, mais avec intermittence, car leurs flancs portent des dépôts d'alluvions étagés à différentes hauteurs, correspondant chacun à un régime spécial des eaux courantes. Les dépôts d'alluvions modernes formés par les détritus du terrain quaternaire prennent une extension plus considérable dans les dépressions des marais salants où aboutissent les gouttières et les grands ravins au voisinage des dunes. Les marais ou les grands lacs salés offrent, à côté des plateaux et des dunes de sables, une des trois formes caractéristiques de la topographie du Sahara ; tandis que les grès gypseux et les dépôts de sable ont fourni les matériaux des dunes, que les plateaux s'étendent partout où les marnes et les poudingues du manteau quaternaire constituent le sol superficiel, le fonds des lacs salés, Chotts ou Sebkhas, est une formation moderne composée de couches de limon plus ou moins argileux, accompagnées de gypse et de sel, continuant à se former sous nos yeux.

A l'aspect du sol aride du Sahara, de son ciel sans nuages, de ses ravins sans eau, on se demande comment les érosions profondes dont le pays présente tant de traces irrécusables ont pu se manifester ? D'où viennent les courants fluviaux, agents de cet immense travail de dénuda-

tion ? Or, d'une part, les pluies rares dans le Sahara sont assez abondantes sur les sommets de l'Atlas, des montagnes de la province de Constantine notamment, puis sur les flancs de l'Ahaggar, où les rivières qui convergent vers le bassin de Meghigh prennent leur source et possèdent un volume d'eau assez considérable en hiver. D'un autre côté, le Sahara lui-même éprouve de temps en temps des orages avec des pluies torrentielles qui déversent à sa surface en quelques instants des amas d'eau énormes et d'une extrême violence. Le Dr Barth et M. Duveyrier décrivent les débordements causés par ces pluies diluviennes et dépeignent avec de vives couleurs leur puissance érosive. Dans ses *Reisen in Nord- und Central-Afrika,* le Dr Barth cite entre autres une inondation diluvienne dont il fut témoin dans l'Ahïr, à Tintaghoda, par 19° de latitude. En moins d'une heure, à la suite d'une pluie survenue dans les montagnes, un courant d'eau assez impétueux pour entraîner les bestiaux et déraciner les arbres couvrit toute la vallée large de 2000 mètres sur une grande hauteur. Dans son livre sur *Les Touaregs du Nord,* M. Henri Duveyrier dit aussi : « J'ai eu l'occasion, le 30 janvier 1861, étant à Oursel, au pied du Tasli, d'observer le débordement d'un des nombreux torrents qui descendent de cette montagne. La rapidité du courant était d'un mètre à la seconde et les eaux charriaient des alluvions dans une proportion telle, qu'après leur dépôt les Touaregs ont pu ensemencer des céréales là où la veille il n'y avait pas de terre végétale. » Un peu plus loin, le même voyageur ajoute : « Au printemps de 1862, une pluie d'orage tombée sur le versant sud du Ahaggar amena de telles quantités d'eau dans les vallées d'Idjéloudjâl et de Tarhit, qu'elles emportèrent une par-

tie de la montagne. L'action des eaux fut assez rapide pour qu'une tribu entière, campée au débouché des deux vallées, périt corps et biens..... Avant 1856, sur la rive gauche de l'Ouadi Titersin, existait une ligne de dunes, du nom de Arekka-n-Bodelka, assez haute pour que les chameaux ne pussent pas la franchir. Advint alors une crue accidentelle dans l'Ouadi et elle eut la puissance de faire disparaître toute la masse de sable qui composait ces dunes. » Simultanément avec ces déblais, les afflux d'eau du Sahara créent sur d'autres points avec leurs alluvions d'immenses barrages, qui, de siècle en siècle, modifient le cours des ravins. Rien de plus fertile d'ailleurs que ces dépôts alluvionnaires, dont on trouve à Biskra une couche de deux mètres au-dessus d'un pilier de construction romaine.

Aujourd'hui la pente du sol dans le bassin de Melghigh est de 0,001. Dans le voisinage des lacs salés, elle descend encore au-dessous de ce chiffre pour se relever un peu plus au pied de l'Atlas, où les matériaux du dépôt d'atterrissement sont plus grossiers et consistent surtout en amas de graviers transformés en poudingues. Les dénudations dont ces lacs salés temporaires occupent les parties les plus basses, paraissent antérieures à l'érosion des grands ravins qui aboutissent à ces dépressions. Loin de s'approfondir davantage, les bas-fonds sahariens tendent maintenant à se combler au détriment des dépôts quaternaires anciens. Les alluvions modernes de ces bassins sont stratifiées en couches de faible épaissseur bien différentes de l'ancienne formation quaternaire. Avec une constance de caractère remarquable, les dépôts d'atterrissements anciens se distinguent encore par leur immense développement. Non-seulement ils constituent les plateaux

du Sahara et recouvrent les régions basses du Tell algérien, mais ils reparaissent sur chaque gradin de la chaîne de l'Atlas, en communication avec les terrasses inférieures par les défilés et les cols, formant un manteau continu que percent par intervalles les saillies des terrains plus anciens et dans les creux duquel les alluvions modernes déposent de faibles couches de limon argileux ou sableux. Tel est le développement des formations quaternaires de l'Algérie, que l'on a de la peine à en faire venir, tous les matériaux des massifs montagneux qui en sont exempts. Selon l'expression très-juste de M. Pomel, la disproportion entre les surfaces d'atterrissement et celle occupée par les roches préexistantes confondent l'imagination. Il a fallu pour ce puissant dépôt détritique l'intervention de courants d'eau violents descendus des montagnes et des pluies d'une abondance extrême, avec lesquelles la sécheresse du climat actuel présente un évident contraste.

En résumé, le terrain quaternaire du Sahara algérien offre une grande uniformité de composition. Formé d'amas de poudingues, de grès et de sable, de marnes sableuses ou argileuses, tous accompagnés de gypse en quantité variable et en différents états, il n'a point de stratification régulière comme celle des dépôts des eaux tranquilles, mais il présente des dépôts lenticulaires enchevêtrant différemment leurs alternances variées comme dans les formations d'atterrissement fluviatiles. Ces différents amas occupent une position à peu près horizontale ou stratification discordante avec les couches de même nature redressées fortement prés de la lisière septentrionale du Sahara sur les pentes de l'Atlas. Leurs matériaux affectent une disposition pareille à celle du diluvium an-

cien, étudié en Europe et en Amérique : les éléments les plus grossiers, les blocs de fortes dimensions, les cailloux roulés et les poudingues se trouvent répartis sur les pentes des montagnes et à la base du dépôt. Un ciment gipso-calcaire sert de gangue aux poudingues, tandis que les plateaux marneux offrent généralement des croûtes concrétionnées par un ciment calcaire, qui semble avoir transsudé à la surface pour la rendre rocheuse en bien des points. Quant aux dunes qui occupent de vastes espaces, elles proviennent de la désagrégation des grès gypseux ou de couches de sables préexistantes non amenées par les vents.

Je n'ai pas trouvé dans le Sahara de traces positives d'anciens glaciers dont l'existence a été signalée tout récemment. Les sillons que certains géologues ont pris pour des stries glaciaires sur des galets sahariens proviennent de la corrosion de certaines mousses : les stries glaciaires sont tracées en biseau et affectent des lignes à peu près droites, tandis que ces sillons sont curvilignes et ressemblent à des vermoulures. D'autres cailloux à deux faces parallèles aplaties, mais à arêtes anguleuses comme s'ils provenaient de galets d'abord arrondis, puis usés sur les deux faces parallèles par le frottement d'un corps solide, et que M. Tissot, ingénieur des mines à Constantine, a recueillis au milieu d'amas de fragments pierreux et de terre mêlés confusément sur les plateaux entre le Sahara et le Hodna, ne me semblent pas non plus d'origine glaciaire. A l'entrée de la gorge d'El Kantara, au nord de la lisière du Sahara, j'ai bien remarqué en amont de l'ancien pont romain des amas de blocs à vives arêtes mêlés de matières terreuses non triées et sans traces de stratification, répandues sur les deux versants de la vallée et

semblables aux moraines d'un grand glacier disparu. M. Henri Fournel remarqua déjà en 1849 sur ce point dans les ravins « des blocs énormes de calcaire blanc-grisâtre-cristallin et de grès vert à gros grains » sans trouver ces roches en place [1]. Toutefois, malgré des recherches attentives, je n'ai pu constater l'existence de roches polies, ni de galets striés par la glace. A mon retour du Sahara, au mois de mars, j'ai fait quelques courses dans le Djurdjura pour y rechercher des traces glaciaires, mais je n'ai rien vu de semblable jusqu'aux abords du col de Tirourda et dans les vallées latérales supérieures. L'abondance des neiges à 1800 mètres d'altitude ne m'a pas permis de reconnaître les vestiges d'anciens glaciers qui restent probablement à ces hauteurs. Certains sommets du Djurdjura s'élèvent à près de 2400 mètres au-dessus de la mer et leurs flancs ne se dégagent des neiges qu'en été.

Turckheim, Alsace.

[1] Fournel, *Richesse minérale de l'Algérie*, p. 301.

---

# RECHERCHES

SUR

# LES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES

DE LA

## NUTRITION DES TISSUS DES MUSCLES ET DES POUMONS

A L'ÉTAT NORMAL

ET DANS LA PHTHISIE TUBERCULEUSE

PAR

LE Dr WILLIAM MARCET

Membre de la Société Royale de Londres.

---

Mémoire communiqué à l'Association française pour l'avancement des Sciences. session de 1872 à Bordeaux.

---

Le point de départ des recherches qui font le sujet de cette communication est l'idée, présente à mon esprit depuis bien des années, que les tissus des animaux et des végétaux doivent être nécessairement composés de trois ordres de substances nettement définis.

1° Des substances formant le tissu proprement dit, ou à l'état de maturité.

2° Des substances nutritives en dissolution, et en voie d'assimilation ou de transformation en tissu.

3° Des substances en voie d'élimination représentant le détritus des tissus.

Mais comment séparer ces différentes classes de substances pour les soumettre à l'examen et à l'analyse ? Il y avait là une difficulté qui me paraissait insurmontable, lorsque parurent, en 1861, dans les *Transactions de la Société Royale de Londres* les travaux admirables de Graham

sur les phénomènes de la diffusion liquide. Ce sont les résultats obtenus par ce chimiste qui m'ont suggéré un moyen d'arriver à mes fins, et qui m'ont permis, après cinq années de travail, d'atteindre au but que je m'étais proposé.

Qu'il me soit permis d'abord de rappeler brièvement les lois de la diffusion liquide, telles qu'elles ont été établies par Graham. Si l'on verse avec soin de l'eau pure sur une dissolution aqueuse de chlorure de sodium, en faisant intervenir une petite plaque de liége, par exemple, de manière à éviter le mélange immédiat des deux liquides, on obtiendra deux couches superposées et distinctes l'une de l'autre; et quelque attention que l'on fasse de ne pas secouer les liquides, ou de les tenir à l'abri des courants d'air qui pourraient en effectuer le mélange, ils ne se distribueront pas moins l'un dans l'autre après un espace de quelques heures; en sorte que le sel se trouvera répandu également dans la totalité du liquide. C'est là le phénomène *de la diffusion liquide.* Toutes les substances en dissolution ne se distribuent pas également vite dans l'eau ; ainsi, par exemple, le blanc d'œuf ou la matière colorante du sang passent extrêmement lentement dans l'eau pure, tandis que le phénomène est très-prompt pour le sel marin et le sucre. Différentes dissolutions varient donc sous le rapport de la diffusibilité. Graham a observé que les substances cristallisables sont, en thèse générale, douées d'une diffusibilité rapide, tandis que les substances qui ne jouissent pas de la proprieté de cristalliser, sont, au contraire, très-peu diffusibles, et souvent même presque pas du tout.

Si au lieu d'une dissolution aqueuse, l'on prépare une gelée de gélatine ou de colle de poisson renfermant une

faible proportion de sel marin, et si l'on verse de l'eau dans le récipient contenant cette gelée, au bout de quelques heures l'eau se trouvera contenir la même quantité de sel, à volume égal, que la gelée : ou, en d'autres termes, il se sera opéré une diffusion du sel dans l'eau. Si, au contraire, la gelée est préparée de manière à renfermer de l'albumine, cette dernière substance ne passera pas sensiblement dans de l'eau que l'on mettrait en contact avec la gelée. Elle est comme fixée par la gélatine, sans cependant qu'elle soit entrée en combinaison avec elle. Graham a désigné sous le nom de *cristalloïdes* les substances douées également des propriétés de cristallisation et de diffusion, et sous celui de *colloïdes* les substances qui ne peuvent pas s'obtenir sous la forme de cristaux, et ne se diffusent que *très-lentement*, car on peut dire qu'il n'existe pas de substance absolument indiffusible.

Si maintenant nous interrogeons les lois de la diffusion pour nous rendre compte de l'état physique des tissus des animaux, ils nous paraîtront formés de molécules colloïdes composées, consistant, quant au tissu musculaire, d'eau, d'albumine, d'acide phosphorique et d'une faible proportion de potasse et de magnésie. En effet, si on laisse séjourner un fragment de muscle dans de l'eau pure que l'on pourra même renouveler de temps à autre, on retrouvera toujours dans ce tissu les substances que je viens de nommer, tandis qu'il abandonnera à l'eau ses composés *cristalloïdes*, tels que le phosphate de potasse, le chlorure de sodium, la créatine, la créatinine, etc., avec d'autres substances, de nature colloïde.

Il existe donc apparemment de l'acide phosphorique, de la potasse et de la magnésie à l'état colloïde, ou tout

au moins jouissant des propriétés des corps colloïdes, lorsqu'ils font partie des tissus.

Il était intéressant de chercher si ces substances colloïdes pouvaient être préparées artificiellement, et j'ai réussi à obtenir de l'acide phosphorique et de la potasse colloïde, quoique jusqu'ici en très-faibles quantités. J'ai opéré en me servant d'un *dialyseur*, ou cercle de gutta-percha muni d'une feuille de papier parchemin à la façon d'un tambour. On fait flotter cet instrument sur de l'eau distillée, et on verse dans le dialyseur la dissolution sur laquelle il s'agit d'opérer. Le papier parchemin est un simple diaphragme colloïde, au travers duquel s'opère la diffusion. J'ai fait ainsi diaylser des mélanges de phosphate de soude et de chlorure de potassium, et sans entrer dans les détails de l'expérience, j'ai finalement obtenu dans le dialyseur un liquide ne contenant qu'une trace presque inappréciable de chlorure, et laissant par l'évaporation un résidu gommeux, dans lequel il était à peine possible de distinguer au microscope quelques particules cristallines. Ce résidu gommeux en dissolution présentait les réactions des phosphates tribasiques, et d'une très-faible proportion de potasse qui m'a paru bien inférieure à celle qu'il faudrait pour la formation d'un phosphate. La petite quantité que j'ai pu obtenir du résidu gommeux m'a empêché d'en faire un examen approfondi. J'ai réussi cependant à bien constater l'existence de l'acide phosphorique colloïde, préparé artificiellement, en présence de traces de potasse qui devaient être aussi colloïdes. Sont-ce ces mêmes substances que l'on retrouve dans les tissus ? Je serais porté à le croire, les vaisseaux sanguins étant de véritables dialyseurs, et le sang se trouvant constamment soumis à l'opération de la dialyse dans

la circulation. Je ne voudrais cependant pas émettre une opinion positive à ce sujet.

J'ai déjà fait observer que tout tissu organisé doit nécessairement être composé de trois différents ordres de substances : le tissu proprement dit, le liquide nutritif et la dissolution des substances en voie d'élimination. Je vais maintenant expliquer comment je suis arrivé à séparer et à analyser ces trois classes de substances, et à déterminer ainsi la constitution chimique du tissu des muscles et des poumons.

Si l'on analyse un extrait aqueux d'un poids donné de tissu musculaire hâché, et qu'on détermine le poids, ou le volume de l'eau restée dans la masse fibreuse dont on a séparé l'extrait, on peut facilement calculer la composition de la fraction de l'extrait restée adhérente à cette portion fibreuse ou insoluble ; le poids de l'eau obtenu par dessication représentant, sans erreur sensible, le volume de l'extrait. Étant donc donnée la composition de cette portion de l'extrait et celle de la masse fibreuse, si l'on soustrait les résultats obtenus pour l'extrait de ceux qu'ont donné l'analyse du résidu fibreux, on obtiendra la composition du tissu musculaire insoluble, que j'appelle le tissu proprement dit ou à l'état de *maturité;* parce que son insolubilité, qu'on peut regarder comme le caractère le plus parfait de l'assimilation, lui donne la tenacité et l'élasticité nécessaires à l'exercice de ses fonctions. Ce tissu insoluble est un corps formé de molécules colloïdes composées des substances que j'ai déjà énumérées. Je le regarde comme une gelée organisée, qui aurait acquis en même temps sa structure et son insolubilité. Un liquide nutritif destiné à sa formation doit nécessairement se trouver présent dans le

tissu, puisque le sang n'est pas en contact direct avec les molécules organisées. Ce liquide nutritif devra être composé des mêmes corps colloïdes existant dans les mêmes proportions que le tissu à l'état de maturité. Il m'a donc paru, qu'après avoir déterminé la composition de la partie insoluble d'un muscle, je pouvais calculer la composition de son liquide nutritif; puis, en ajoutant deux à deux les proportions des substances composant ce liquide et celles qui forment le tissu insoluble, et en soustrayant le résultat ainsi obtenu des chiffres représentant les proportions des mêmes substances obtenues pour la composition de la totalité du muscle, je devais nécessairement trouver la composition de la portion du tissu en dissolution et en voie d'élimination. Le problème que je m'étais posé depuis si longtemps, se trouvait ainsi résolu en théorie.

Pour établir la vérité de cette théorie, il fallait trois choses : Démontrer que le liquide nutritif est entièrement colloïde ; obtenir une analyse directe de ce liquide et lui trouver la même composition que celle du tissu insoluble en maturité ; enfin, démontrer que les substances en voie d'élimination étaient cristalloïdes, de manière à pouvoir passer par diffusion dans la circulation, comme le ferait l'eau d'un champ qui s'échapperait par un système de drainage. L'un des résultats les plus intéressants de mon travail est justement le fait constaté par le moyen d'analyse précité, savoir que l'acide phosphorique et la potasse des substances en voie d'élimination existent précisément dans les rapports de 43 et 57, lesquels sont voulus pour former le pyrophosphate de potasse, ou originairement le phosphate tribasique neutre de potasse avec deux équivalents de base, c'est-à-dire, un

sel parfaitement cristalloïde. C'est la première fois, je crois, qu'un composé ait été ainsi découvert dans un tissu, en rapprochant théoriquement les substances qui le constituent. Le nombre de mes analyses du tissu musculaire de différents sujets s'élève à sept et dans chacune d'elles cette proportion de 43 d'acide phosphorique à 57 de potasse a été obtenue sauf des différences rentrant dans les limites d'erreurs accordées à l'analyse. Il ne reste donc à mes yeux aucun doute de l'exactitude de ce résultat.

Dans le tableau suivant les quatre premières analyses s'appliquent au tissu musculaire de bœuf à l'état normal, les trois dernières au tissu musculaire humain pris sur des sujets morts de phthisie. Celles-ci ont donné le même résultat, quant aux proportions d'acide phosphorique et de potasse en voie d'élimination, que les muscles de bœuf. Les nombres obtenus sur 100 furent les suivants:

Tissu musculaire de bœuf.

| | I | II | III | IV |
|---|---|---|---|---|
| Acide phosphorique .. | 43,8 | 43,7 | 41,7 | 40,4 |
| Potasse............. | 56,2 | 56,3 | 58.3 | 59,6 |

| Tissu musculaire des tuberculeux. | | | | Moyenne totale. |
|---|---|---|---|---|
| | V | VI | VII | |
| Acide phosphorique.. | 43,2 | 42,9 | 42,7 | 42,7 |
| Potasse............ | 56,8 | 57,1 | 57,3 | 57,3 |

Théorie. Pyrophosphate de potasse.

| | |
|---|---|
| Acide phosphorique .... | 43 |
| Potasse............... | 57 |

Il résulte de ce qui précède, que la moyenne des sept analyses a donné 42,7 d'acide phosphorique, et 57,3 de potasse, pour les proportions de ces substances

en voie d'élimination dans le tissu musculaire, tandis que pour le phosphate de potasse, soit pyrophosphate neutre tribasique, il faut 43 parties d'acide phosphorique et 57 de potasse. Aucun résultat chimique, il me semble, ne pourrait être plus positif, et nous avons ici comme une démonstration mathématique d'une théorie physiologique.

Les substances cristalloïdes organiques sont représentées dans mon travail par la proportion d'azote, calculée comme albumine, présente dans le muscle, indépendamment de l'albumine coagulable et de l'albumine assimilée. Je déterminai cet azote par l'évaporation d'une portion de l'extrait après la séparation de l'albumine par la coagulation. En ajoutant un peu de sulfate de chaux à la liqueur, il fut facile de sortir le résidu de la capsule pour en estimer l'azote par la combustion. Je n'ai pas encore prouvé que ces matières azotées, non coagulables par la chaleur, sont entièrement cristalloïdes, mais elles contiennent la créatine, la créatinine et les autres substances cristallisables azotées; et si de plus, l'on prend en considération le resultat qui se rattache à l'acide phosphorique et à la potasse, on pourra bien en conclure avec un haut degré de probabilité que cette classe de substances existe à l'état cristalloïde dans le tissu musculaire.

Quant à la dissolution nutritive, j'ai dit qu'elle était composée entièrement de substances colloïdes, et c'est ce que je vais maintenant démontrer. D'abord l'albumine, qui en est le principal élément, est un des corps les plus colloïdes connus. Puis, en faisant dialyser, soit de l'extrait aqueux de tissu musculaire, soit du tissu musculaire hâché menu, et mélangé d'eau, et en soumettant à l'analyse

les portions obtenues ainsi à l'état colloïde, on obtient des résultats qui se rapprochent extrêmement de la composition théorique du liquide nutritif. La méthode d'analyse par la dialyse laisse encore malheureusement à désirer, bien que dans plusieurs de ces analyses le rapport de l'acide phosphorique colloïde à l'albumine se soit trouvé être presque le même que celui que la théorie m'avait fourni. Je citerai ici le résultat d'une de ces analyses seulement, en le comparant à la composition moyenne du tissu fibreux insoluble (d'où celle du liquide colloïde est calculée théoriquement).

| | Totalité des constituants colloïdes de 200 grammes de muscles de bœuf obtenus par la dialyse pendant vingt-quatre heures. | | Composition moyenne du tissu fibreux. |
|---|---|---|---|
| | Trouvé à l'analyse. | Proportions calculées. | |
| | | Théorie | |
| Albumine (de l'azote). | 38,06 | sur 5,74 d'albumime. | sur 5,74 d'albumine |
| Acide phosphorique. | 0,375 | 0,056 | 0,051 |
| Potasse ........... | 0,132 | 0,020 | 0,017 |

En résultat, cette analyse, qui donne la composition de la totalité de la matière colloïde (nutritive et en maturité), se rapproche extrêmement des chiffres obtenus par l'analyse pour la composition du tissu insoluble à l'état de maturité, par conséquent aussi de celle du liquide nutritif théorique. D'où je suis fondé à conclure, que la dissolution qui nourrit les muscles est formée de substances colloïdes qui sont les mêmes et qui existent dans les mêmes proportions que celles qui forment le tissu insoluble: et que, par conséquent, la nutrition des muscles est une simple transformation morphologique du liquide nutritif de ces organes.

La moyenne obtenue des quatre analyses du tissu musculaire de bœuf a été comme suit :

| | Sur 200 grammes. | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Tissu propre ou insoluble. | Matière nutritive. | Matière en voie d'élimination. | |
| Albumineuses..... | 28,070 | 5,745 | 3,70 | |
| Acide phosphorique | 0.251 | 0.050 | 0.563 | Pyrophosphate de potasse. |
| Potasse........... | 0.086 | 0.017 | 0,764 | |

*De la nutrition du tissu musculaire dans la tuberculose.*

L'état de maigreur excessive auquel le corps est le plus souvent réduit dans la phthisie, montre bien clairement que la formation du tissu musculaire fait défaut dans cette maladie. Il s'agit de déterminer si cette circonstance est due simplement à une faiblesse ou à un manque d'activité dans le phénomène de la nutrition, ou bien si elle provient d'un changement dans les transformations chimiques auxquelles j'ai montré que la nutrition doit son existence. Si nous avons à faire seulement à une faiblesse ou à un manque d'activité dans le phénomène de la nutrition, l'on devra s'attendre à trouver que les relations entre les substances qui forment les muscles demeurent les mêmes qu'à l'état de santé : seulement la quantité absolue de ces substances sera moins forte. Un état réellement anormal de la nutrition musculaire devra, au contraire, être accompagné d'un changement dans les proportions relatives des substances qui constituent ce tissu.

Nous trouvons que la nutrition des muscles dans la phthisie est affectée surtout d'atonie. Elle est cependant aussi anormale jusqu'à un certain point, car si l'on détermine la proportion d'eau que ces muscles contiennent,

nous observons qu'elle se monte, pour 200 gr. de tissu, à 166,5 gr. au lieu de 154 gr. présents à l'état sain. De plus, en examinant de près le tissu musculaire après la mort par la phthisie, l'on trouve en général, surtout dans les cas d'émaciation extrême, que ce tissu est mou et humide, quelquefois même tout à fait mouillé, au lieu d'être ferme et sec, comme la viande de boucherie, ou comme les muscles d'êtres humains qui ne sont pas morts tuberculeux. Il est difficile d'attribuer cet état d'humidité des muscles uniquement à l'augmentation d'eau, qui ne se monte qu'à 6,2 % du tissu. Le phénomène me paraît devoir s'expliquer en admettant que dans ce cas l'eau n'est pas entièrement à l'état de combinaison colloïde, comme elle l'est dans le muscle sain. L'humidité en question devrait donc son existence en grande partie, sinon entièrement, à une portion de l'eau naturelle au tissu qui se trouverait dans un état physique anormal. L'existence d'un phénomène semblable expliquerait le ramollissement de la substance caséeuse des poumons affectés de tubercules. Je ne puis mieux expliquer ma pensée à ce sujet, qu'en proposant comme exemple, une gelée de gélatine qui paraîtrait sèche au toucher : mais si on versait sur cette gelée une forte dissolution de chlorure de sodium, on la verrait après quelques heures se ramollir et perdre entièrement sa consistance, au point que si on enlevait alors la dissolution salée, le résidu ne serait plus de la gelée, mais se présenterait sous la forme d'une espèce de sirop très-épais, dans lequel l'attraction colloïde de l'eau, si je puis m'exprimer ainsi, a disparu.

Mes analyses de tissu musculaire à la suite de la phthisie tuberculeuse sont au nombre de trois. La proportion d'albumine dans le tissu fibreux insoluble, calculée

d'après l'azote, n'a été déterminée que dans une de ces analyses, et le résultat a été appliqué aux deux autres. J'ai déjà fait observer que j'ai obtenu dans ces cas les mêmes proportions réciproques d'acide phosphorique et de potasse en voie d'élimination que dans le muscle sain, mais la quantité d'albumine du liquide nutritif se trouva plus faible dans la proportion de 4,548 à 5,745. En somme, un poids donné de muscle maigri par la phthisie, se trouve avoir, à peu de choses près, la même composition que le muscle sain. Il contient seulement un peu plus d'eau, un peu moins d'albumine soluble et d'élément fibreux en maturité, et moins de substances cristalloïdes en voie d'élimination.

*De la nutrition du tissu pulmonaire à l'état normal et dans la phthisie.*

1° *De la nutrition du tissu sain.* — Partant du même point de vue que dans le cas du tissu musculaire, je procédai par une méthode d'analyse tout à fait semblable à celle que j'avais adoptée précédemment. 200 grammes de poumons de bœuf furent hâchés menus et traités par 500 centimètres cubes d'eau distillée. On détermina l'albumine dans une portion de l'extrait, le reste évaporé à siccité, laissa un résidu qui fut incinéré et soumis à l'analyse. La masse insoluble retenue dans la mousseline fut pesée, desséchée, et pesée de nouveau, puis l'azote qu'elle renfermait fut déterminé, et on analysa le résidu sec, après incinération. On détermina aussi le poids de l'eau retenue dans l'étoffe. Trois portions de poumons de bœuf, pris sur trois animaux différents, furent examinés de cette manière ; le tableau suivant montre la moyenne des résultats obtenus :

Tableau de la moyenne des résultats obtenus pour 200 grammes de tissu.

| | Tissu propre. | Matière nutritive. | Matière en voie d'élimination. |
|---|---|---|---|
| Matière albumineuse. | 19,895 | 13,029 | 1,410 |
| Acide phosphorique.. | 0,481 | 0,314 | 0,058 |
| Potasse............. | 0,051 | 0,033 | 0,451 |
| Soude..................................... | | | 0,521 |
| Chlore..................................... | | | 0,439 |

Sur 200 grammes.

| | |
|---|---|
| Eau.......... | 158 |
| Graisse....... | 4,28 |

On aperçoit de suite, en examinant ce tableau, qu'il existe une grande différence entre les proportions des substances en voie d'élimination, dans le muscle et dans le poumon, cette proportion dans le tissu pulmonaire étant de 11,4 d'acide phosphorique pour 88,6 de potasse (0,058 à 0,451), au lieu de 43 à 57. Je fus d'abord étonné de ce résultat, qui ne rappelait en rien la composition d'une substance cristalloïde, mais en examinant la question de plus près, je ne tardai pas à reconnaître la cause très-probable de cette différence.

Dans une communication que je fis au journal médical de Londres, *The Lancet*, publiée dans le numéro du 2 février 1867, je proposai une explication du phénomène physiologique de la respiration, en faisant appel aux travaux de Graham. D'après ce savant, l'acide carbonique se meut très-facilement par voie de diffusion dans les milieux où il peut se dissoudre. J'en conclus que ce gaz, après s'être échappé du sang pendant la circulation pulmonaire, et s'être diffusé au travers du parenchyme des poumons en vertu d'une simple propriété physique, vien-

dra s'exhaler dans les vésicules pulmonaires avec la vapeur aqueuse. Or, en traversant le poumon, ce gaz acide carbonique devra nécessairement se combiner avec toute substance alcaline qui se trouverait sur son passage. L'analyse du tissu pulmonaire m'a démontré que cet organe contient une proportion de potasse, en voie d'élimination, infiniment plus forte que celle qu'il faudrait pour former un composé cristalloïde avec l'acide phosphorique; de même, la soude se trouve en plus grande quantité que n'en demanderait le chlore pour son élimination. Il faut donc nécessairement, il me semble, que l'acide carbonique, en voie d'expiration, ait transformé la plus grande partie de la potasse en carbonate; le reste aurait été éliminé comme phosphate : une modification intéressante dans la nutrition des poumons tuberculeux est, comme on le verra, tout à fait à l'appui de cette théorie. Le chlore passerait dans le sang sous la forme de chlorure de sodium, et l'excès de soude se diffuserait dans la circulation en combinaison avec des acides organiques ou de l'acide carbonique. Il devra aussi exister dans le tissu pulmonaire une certaine proportion de substances cristalloïdes azotées, représentée en moyenne par 1,4 grammes sur 200 grammes de tissu. Cette proportion est beaucoup plus faible que celle des corps cristalloïdes azotés que l'on trouve dans le tissu musculaire, et qui se monte à 3,7 grammes pour 200 grammes de tissu. Ceci explique, il me semble, le fait que l'on connaît beaucoup mieux les substances cristalloïdes azotées des muscles que celles des poumons. La faible proportion de principes cristalloïdes azotés dans le tissu pulmonaire est remarquable, si l'on réfléchit que ce tissu contient une forte proportion d'albumine soluble qui en est la

source, et qui se monte à 13 grammes environ (proportion un peu forte) au lieu de 5,7 grammes que l'on retrouve dans 200 grammes de muscle. Cette anomalie apparente s'explique tout naturellement par le fait que la diffusion, qui préside à l'élimination, doit s'opérer beaucoup plus rapidement dans le cas des poumons que dans celui des muscles. En effet, si l'on se rappelle que l'organe respiratoire n'est autre chose qu'une membrane très-fine, abondamment pourvue de vaisseaux, il est évident que des substances cristalloïdes, qui se formeraient dans cette membrane, passeraient très-rapidement par diffusion dans le courant circulatoire; tandis que dans le cas des muscles, les produits cristalloïdes, ayant une certaine distance à parcourir pour rencontrer des vaisseaux, il en résultera naturellement une accumulation de ces substances.

2° *De la nutrition du tissu pulmonaire tuberculeux.* — La première question à résoudre consistait à déterminer si ce tissu est réellement soumis à un phénomène de nutrition. Il m'a paru, avant d'entreprendre ce travail, que la substance, appelée *tuberculeuse,* doit nécessairement subir un changement moléculaire, ou un procédé d'élimination et de renouvellement; autrement comment expliquer l'absence d'odeur de putréfaction dans ces poumons, lorsque l'autopsie est pratiquée assez rapidement après la mort? La matière tuberculeuse, si elle existait comme corps inerte dans la cavité thoracique, se trouverait soumise aux conditions les plus favorables à la putréfaction, et cependant on ne peut supposer qu'elle subisse la décomposition putride pendant la vie. Examiner le mode de nutrition des poumons dans la tuberculose, c'était rechercher la forme sous laquelle l'élimination de ce tissu, ou plutôt de la substance caséeuse et du tissu fibreux

s'opérait, ainsi que la composition du tissu insoluble et de la matière nutritive. Nous ignorons encore, si je ne me trompe, la forme que revêtent les produits cristalloïdes de l'albumine dans les poumons tuberculeux, mais nous savons que leur proportion se monte à environ 2,4 grammes sur 200 grammes de fragments de poumons, présentant peu ou point de parties saines et composés de tissu fibreux et de matière caséeuse. Nous trouvons donc plus de matières albumineuses cristalloïdes dans ce tissu que dans le poumon sain, fait qui s'explique par la diminution de la circulation dans le tissu morbide, d'où il résulte une accumulation de substances cristalloïdes en voie d'élimination. Mais ce qu'il y a de plus singulier dans le résultat que j'ai obtenu, c'est que l'acide phosphorique et la potasse en voie d'élimination dans ces poumons tuberculeux, ne se trouvent plus dans la proportion normale de 11,4 à 88,6, mais dans celle de 47,7 d'acide phosphorique à 52,3 de potasse, résultat qui se rapproche extrêmement de la proportion de 43 à 57, ou du pyrophosphate de potasse, que l'on retrouve dans le tissu musculaire tant des sujets sains que des sujets tuberculeux. Il paraîtrait donc que l'absence d'acide carbonique du tissu pulmonaire morbide, et par conséquent de l'agent éliminateur de la potasse, a créé la nécessité de pourvoir à la nutrition par une autre méthode, et que le procédé normal a été remplacé par celui qui s'applique à la nutrition du tissu musculaire, le phosphate de potasse étant substitué au carbonate.

Le tableau suivant contient la moyenne des résultats de mes trois analyses du tissu pulmonaire tuberculeux :

Pour 200 grammes.

| | Tissu propre ou insoluble. | Matière nutritive. | Matière en voie d'élimination. |
|---|---|---|---|
| Albumine........... | 15,72 | 7,06 | 2,388 |
| Acide phosphorique.. | 0,289 | 0,130 | 0,276 |
| Potasse............. | 0,027 | 0,012 | 0,302 |
| Soude.............................. | | (Total) | 0,469 |
| Chlore................................... | | | 0,452 |

Sur 200 grammes.

| | |
|---|---|
| Eau......... | 165 |
| Graisse...... | 3.91 |

| En voie d'élimination. | | Trouvé sur 100. | Théorie. |
|---|---|---|---|
| Acide phosphorique.. | 0,276 | 47.7 | 43 } Pyrophosphate de potasse. |
| Potasse............. | 0,302 | 52.3 | 57 } |

L'état de ramollissement des poumons dans la tuberculose me paraît devoir son existence à la perte de la propriété que possède l'eau à l'état normal, de former un corps solide avec les autres substances qui concourent à la formation de ces tissus morbides, ou en d'autres termes, à cette propriété de l'eau qui donne à une gelée de gélatine sa consistance. Cette propriété, que possèdent les tissus dans leur état normal, fait défaut dans la substance caséeuse en voie de ramollissement. On ne trouve que 3,5 °/₀ d'eau de plus dans le tissu morbide que dans le tissu sain; ce n'est donc pas à un excès aussi faible de cette substance que peut être attribué le phénomène du ramollissement. L'analyse m'a prouvé qu'il n'est pas dû davantage à la formation de matières grasses; le tissu pulmonaire sain pris sur le bœuf m'ayant donné 2,14 °/₀ de graisse, et le poumon humain tuberculeux 1,95 °/₀ de ces mêmes matières.

*Conclusions.*

Les résultats fournis par ce travail peuvent être résumés comme suit :

I. Que le tissu musculaire et, par conséquent, tous les autres tissus animaux sont composés de trois classes de substances :

1° Celles qui forment le tissu proprement dit à l'état de maturité, et qui demeurent insolubles lorsqu'on fait un extrait du tissu.

2° Celles qui forment le liquide nutritif, et qui sont destinées à être transformées en tissu insoluble. Ces substances sont toujours à l'état colloïde.

3° Celles qui sont en voie d'élimination et représentent le détritus du tissu. Elles sont cristalloïdes. — L'acide phosphorique et la potasse, dans cette troisième classe, se trouvent toujours dans la proportion de 43 à 57, proportion qui représente le pyrophosphate de potasse, ou le phosphate neutre tribasique qui aurait été converti en pyrophosphate pendant l'analyse.

II. Que l'on peut obtenir artificiellement de l'acide phosphorique colloïde, en faisant dialyser un mélange de phosphate de soude et de chlorure de potassium.

III. Que la formation du tissu musculaire en maturité, soit celui qui se substitue au détritus, est simplement le résultat d'une transformation morphologique de la dissolution nutritive colloïde.

IV. Que la proportion de potasse dans le tissu musculaire en voie d'élimination, étant beaucoup plus forte que celle que l'on retrouve dans le tissu en maturité, on doit en conclure que le sang fournit au tissu une certaine quantité de potasse, dont le but unique est l'élimination

de l'acide phosphorique assimilé. Il serait impossible autrement de concevoir la formation du phosphate cristalloïde dont il a été question.

V. Que l'émaciation musculaire, qui a lieu habituellement dans la phthisie tuberculeuse, est due plutôt à une atonie ou à une faiblesse de la nutrition, qu'à un changement de nature qui se serait opéré dans les phénomènes chimiques de la nutrition des muscles.

VI. Que la nutrition du tissu pulmonaire à l'état normal est caractérisée par le fait, que l'acide phosphorique et la potasse en voie d'élimination ne se présentent plus dans les proportions d'un sel cristalloïde, et qu'il y a tout lieu de croire que la potasse est entraînée en dehors de l'organe, surtout par l'acide carbonique, sous forme de carbonate.

VII. Que le tissu pulmonaire contient une beaucoup plus grande proportion d'albumine soluble coagulable et moins de matières albumineuses en voie d'élimination que le muscle, fait qui trouve son explication dans le manque de diffusibilité de l'albumine, et dans la facilité avec laquelle les matières azotées cristalloïdes peuvent passer dans la circulation pulmonaire.

VIII. Que les poumons tuberculeux, presque exclusivement à l'état de tissu fibreux et de matière caséeuse, tels qu'on les trouve habituellement après la mort par la phthisie, sont soumis à un phénomène de nutrition, dans lequel la potasse n'est plus éliminée par l'acide carbonique, mais apparemment par l'acide phosphorique, ainsi que cela a lieu dans le cas de la nutrition du tissu des muscles. En effet, on retrouve dans le poumon tuberculeux, ces substances en voie d'élimination dans les proportions approximatives du pyrophosphate. C'est à ce

phénomène de nutrition que l'on doit attribuer l'absence de la putréfaction du tissu pulmonaire tuberculeux avant la mort.

Il résulte de l'ensemble de ce travail, que l'on peut reconnaître dans la nature un phénomène cyclique de transformation de l'état cristalloïde à l'état colloïde, et vice versâ. Les plantes s'emparent des substances cristalloïdes de la nature, et les transforment en matières colloïdes [1], qui sous cette forme servent de nourriture aux animaux. Celles-ci reviennent à l'état cristalloïde dans les sécrétions, et dans les produits de la décomposition des tissus après la mort. C'est seulement sous la forme cristalloïde que ces substances peuvent se distribuer partout, dans la terre et dans l'eau, pour servir d'aliment aux plantes. Les animaux vont chercher les végétaux dont ils se nourrissent, en sorte que pour eux, la locomotion remplace le phénomène de diffusion qui préside à la nutrition des plantes. Sans ce changement en cycle, il serait impossible de se rendre compte de la nutrition des plantes et des animaux.

[1] Voyez *Archives*, juillet 1871, tome XLI, p. 350.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## CHIMIE.

### L.-C. DE COPPET. NOTE[1] EN RÉPONSE AU MÉMOIRE DE M. CH. TOMLINSON : SUR L'ACTION D'UNE BASSE TEMPÉRATURE SUR LES SOLUTIONS SURSATURÉES DE SEL DE GLAUBER[2] :

Lorsqu'une solution composée de une, deux ou trois parties de sel de Glauber pour une partie d'eau, est refroidie, à l'abri des poussières de l'atmosphère, jusqu'à — 3°, 3 C. et au-dessous, il se dépose, d'après les observations de M. Tomlinson, « des cristaux d'un blanc opaque, » très-différents des cristaux transparents des hydrates $Na^2 SO^4$, $7 H^2O$ et $Na^2SO^4$, $10H^2O$.

Quelque basse que soit la température à laquelle ces cristaux opaques commencent à se former, le thermomètre, au moment de leur formation, *remonte toujours à —3°,3*, et cela *quel que soit le degré de concentration de la solution*. Ce sel opaque est quelquefois amorphe, et donne alors à la surface du liquide l'aspect de crême de chaux.

« Voilà donc, dit M. Tomlinson, un hydrate de plus à ajouter à ceux déjà connus pour appartenir à ce sel remarquable. Il contient, sans doute, moins d'eau que l'hydrate à 7 atomes, mais je ne connais aucun moyen pour déterminer le degré d'hydratation, attendu que son existence dépend d'une basse température accompagnée d'une absence de noyaux. »

[1] Cette note est extraite en grande partie du *Chemical News*, tome 25, p. 135.

[2] *Proceedings of the Royal Society*, tome 20, n° 131. — *Archives des Sciences physiques et natur.*, tome XLIV, p. 169.

M. Tomlinson cite M. C. Violette, comme ayant aussi observé la formation de cet hydrate [1].

Je crois pouvoir affirmer, à la suite de nombreuses expériences sur la congélation des solutions salines [2], que ce que MM. Violette et Tomlinson ont pris pour un nouvel hydrate de sulfate de soude, n'est autre chose qu'un mélange de *glace* et de l'hydrate bien connu $Na^2SO^4, 7H^2O$.

A l'appui de mon opinion, qu'il me soit permis de rappeler brièvement quelques faits relatifs à la congélation des solutions salines.

Lorsqu'une solution saline est refroidie à une température suffisamment basse, elle se congèle, c'est-à-dire l'eau de la solution se change en glace (Blagden, Despretz, Rüdorff). L'eau tenant en solution des substances salines se congèle à une température plus basse que l'eau pure; l'abaissement du point de congélation au-dessous de 0° C. est souvent exactement proportionnel à la quantité de sel en solution.

Les solutions salines se laissent facilement refroidir, sans se congeler, à plusieurs degrés au-dessous de leur point de congélation; mais aussitôt que la glace commence à se former, la température s'élève jusqu'au point de congélation et y demeure stationnaire pendant un temps plus ou moins long; elle s'abaisse ensuite lentement, parce que, à mesure que la glace se sépare de la solution, celle-ci se concentre peu à peu et son point de congélation baisse de plus en plus. La détermination exacte du point de congélation est une opération qui exige quelque soin[3].

[1] J'ajouterai que la température de la solution employée par M. Violette était environ —4°, au moment où il observa la formation de « cristaux opaques, en forme de choux-fleurs ; » il se trouva que ces cristaux étaient *plus légers* que la solution, car en agitant cette dernière, ils se détachèrent des parois du vase et vinrent flotter à la surface du liquide. (*Études sur la sursaturation*, par M. C. Violette. Paris, 1867.)

[2] *Annales de chimie et de physique*, 4me série, tome 23, tome 25 et tome 26.

[3] M. Rüdorff est l'auteur de la seule bonne méthode connue pour

Mais si la solution qui se congèle est saturée ou sursaturée et s'il s'en sépare du sel à l'état solide en même temps que la glace, alors la température, après s'être élevée jusqu'au point de congélation, ne varie plus sensiblement, dans la plupart des cas, jusqu'à ce que toute l'eau de la solution soit devenue solide : la solution abandonne son sel à mesure que l'eau se congèle, de sorte que sa concentration demeure toujours la même. Dans ces conditions, la température constante marquée par le thermomètre est *le point de congélation de la solution saturée du sel qui se sépare.*

J'ai trouvé que le point de congélation de la solution saturée de sel de Glauber, $Na^2SO^4 . 10H^2O$, est $-1°,2$ C. : celui de la solution saturée de l'hydrate $Na^2SO^4 . 7H^2O$ est $-3°,55$ : la première contient 4,0, la seconde 14,5 parties de sulfate de soude anhydre pour 100 d'eau [1].

La solution à 20 parties de sulfate de soude anhydre pour 100 d'eau, se congèle à — 4°,5. Je n'ai pas réussi à détermi-

déterminer avec précision le point de congélation d'une solution saline (*Poggendorff's Annalen*, tome 114, p. 66). — J'ai montré (*Annales de chimie et de physique*, 4me série, tome 23, p. 366) comment on peut appliquer cette méthode aux solutions sursaturées.

[1] Les deux hydrates de sulfate de soude ont des solubilités distinctes. Elles ont été déterminées avec une grande précision, la première par Gay-Lussac, la seconde par Lœwel *Annales de chimie et de physique*, 3me série, tome 33). La solubilité de l'hydrate à 7 atomes est beaucoup plus grande que celle du sel à 10 atomes. Mais on peut préparer des solutions de sulfate de soude encore plus concentrées que la solution saturée de l'hydrate à 7 atomes. Il est tout aussi exact de les appeler *solutions sursaturées de l'hydrate à 7 atomes* que de les nommer *solutions sursaturées de sel de Glauber*, comme on le fait communément. Au contact d'un cristal à 7 atomes d'eau, la solution sursaturée dépose des cristaux de cet hydrate jusqu'à ce qu'il ne reste plus en solution que la quantité de sulfate de soude correspondant à la saturation ; au contact d'un cristal à 10 atomes, elle dépose tout l'excès de ce dernier hydrate, et s'il se trouvait dans la solution des cristaux de l'hydrate à 7 atomes, ceux-ci sont détruits par le contact du sel à 10 atomes, et ils prennent un aspect *porcelané* très-caractéristique.

ner le point de congélation de la solution contenant plus de 20 parties de sel, parce qu'il est très-difficile de faire congeler la solution sursaturée de l'hydrate à 7 atomes, sans qu'il se dépose de cristaux de ce sel ; elle se laisse bien refroidir sans cristallisation aussi longtemps qu'il n'y a pas formation de glace ; mais la présence de celle-ci entraîne presque invariablement la précipitation du sel à 7 atomes[1]. Alors la température s'élève à — 3°,55, point de congélation de la solution simplement saturée. Si, ensuite, il se dépose l'hydrate à 10 atomes, le thermomètre ne s'arrête pas à — 1°,2 (point de congélation de la solution saturée), mais il s'élève souvent beaucoup au-dessus. La raison en est que, dans ces solutions concentrées, presque toute l'eau est employée à former l'hydrate à 10 atomes, et il n'en reste que peu pour former de la glace. Mais, si la solution est moins concentrée, si elle ne contient, par exemple, que 5 ou 6 parties de sel anhydre pour 100 d'eau, alors, au moment de la cristallisation de l'hydrate à 10 atomes, la température s'élève à — 1°,2, et demeure stationnaire jusqu'à ce que presque toute l'eau soit solidifiée.

La glace qui se forme dans une solution *saturée* qui dépose en même temps du sel à l'état solide, est toujours plus ou moins chargée de sel. L'apparence de cette glace varie beaucoup suivant la quantité de sel qu'elle contient, et suivant que le mélange est plus ou moins intime. S'il y a beaucoup de sel, le mélange est d'un blanc opaque ou coloré suivant la nature de la substance solide. Moins la quantité de sel est grande, plus la glace ressemble à celle qui se forme dans l'eau pure. Si l'on agite un peu la solution pendant qu'elle se congèle, et si la température du mélange réfrigérant n'est pas trop basse, la plus grande partie du sel tombe au fond de la solution, tandis que la glace, plus légère, flotte à la surface.

[1] Voir mon Mémoire : « *Sur la température de cristallisation spontanée de la solution sursaturée de sulfate de soude* » (*Bulletin de la Société chimique de Paris*, tome 17, p. 146).

On comprendra maintenant pourquoi la température des solutions employées par M. Tomlinson s'est toujours élevée à 3°,3 aussitôt qu'a commencé la cristallisation du « nouvel hydrate. » C'est que — 3°,3 (ou plus exactement, je crois, —3°,55) est *le point de congélation de la solution saturée de* $Na^2SO^4.7H^2O$, et que, dans toutes les solutions de M. Tomlinson, il se trouvait un excès de cet hydrate.

Si, en répétant ses expériences, M. Tomlinson évite l'emploi de mélanges réfrigérants de température inférieure à —6° environ (pour que la congélation ne se fasse pas trop rapidement), et s'il agite la solution doucement, mais incessamment (afin que la température soit uniforme dans toutes les parties du liquide), il pourra constater les faits suivants :

1° Dans aucun cas le « nouvel hydrate » ne se formera à une température supérieure à — 3°,55 (ou 3°,3).

2° Lorsqu'il s'en sera formé une certaine quantité, le tout disparaîtra après un certain temps, si on élève la température tant soit peu au-dessus de — 3,55.

3° Les cristaux transparents d'hydrate à 7 atomes, ne deviendront pas d'un blanc opaque[1] : le nouvel hydrate n'adhérera pas non plus aux parois du vase : mais, aussitôt formé, il s'élèvera à la surface du liquide, tandis que le volume de sel, au fond, ira toujours en augmentant. Pendant ce temps, le thermomètre dans la solution marquera constamment —3°,55, jusqu'à ce que la couche de glace à la surface rencontre la couche de sel au fond, et que presque tout le liquide soit solidifié. Alors seulement, la température baissera au-dessous de 3°,55.

On admet généralement que l'élévation de température qui accompagne la solidification d'une solution sursaturée est en raison de sa masse : mais M. Tomlinson fait observer que, dans ses expériences, il n'en a pas toujours été ainsi.

[1] A moins qu'il n'y ait en même temps cristallisation de sel de Glauber.

surtout si, avant la solidification, il s'était formé une grande quantité des deux « hydrates anormaux, » et qu'il ne restât plus qu'une faible partie de la solution à l'état liquide. L'explication de ce phénomène n'offre aucune difficulté, dès qu'on sait qu'un des hydrates anormaux se compose essentiellement de glace dont le point de fusion est — $1°,2$[1].

En terminant, je dois signaler une erreur qui se retrouve dans plusieurs mémoires de M. Tomlinson et qui peut donner lieu à des méprises.

Lorsqu'on refroidit rapidement une solution sursaturée de sulfate de soude, il se précipite des cristaux transparents qui ressemblent le plus souvent à des pyramides quadratiques à sommets tronqués. M. Tomlinson a confondu ces cristaux avec les octaèdres orthorhombiques du sulfate de soude *anhydre*, tandis que ce sont, en réalité, des cristaux de l'*hydrate à 7 atomes*. Le sel $Na^2SO^4,7H^2O$ cristallise en prismes orthorhombiques $\infty P$. $\infty\bar{P}3$. $\infty\breve{P}\infty$ terminés par $\breve{P}\infty$. $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$[2]. Les angles $\infty P : \infty P$ (brach.) $= 92°40'$, et $\breve{P}\infty : \breve{P}\infty = 92°0'$, de sorte que, lorsque les faces $\breve{P}\infty$ sont suffisamment développées, les cristaux ont l'apparence de pyramides quadratiques à sommets tronqués ($\infty\breve{P}\infty$).

Ce qui prouve, entre autres, que ces cristaux transparents sont bien l'hydrate à 7 atomes, c'est qu'ils deviennent opaques au contact du sel de Glauber. Quant au sulfate de soude anhydre, il ne peut pas exister en contact avec l'eau à la température ordinaire. Même à 40°, le sel humecté s'échauffe très-sensiblement.

Il existe deux variétés de sulfate de soude anhydre, qui peuvent l'une et l'autre exister, dans une atmosphère sèche, à des températures inférieures à 33°. Une de ces modifications est beaucoup plus soluble que l'autre. La modification moins soluble, chauffée à une température supérieure à 33°,

[1] En contact avec le sel de Glauber, la glace se fond à $-1°,2$.

[2] Les mesures sont de M. Marignac (*Jahresbericht für Chemie*, 1857, p. 138).

se transforme en la modification plus soluble [1]. Les deux variétés se combinent avec l'eau froide, la moins soluble formant le sel de Glauber.

Quant à la modification plus soluble, il paraît, d'après certaines observations de Lœwel que, au-dessous de 18°, elle se transforme peu à peu en contact avec l'eau, en hydrate à 7 atomes. Il ne m'a pas été possible de déterminer la composition de l'hydrate qui se forme entre 18 et 40°. Au-dessus de 25°, ce ne peut être l'hydrate à 7 atomes, car Lœwel a montré que ce dernier est détruit à cette température. Il m'a semblé que la quantité d'eau absorbée entre 18 et 40°, variait avec la température, les quantités relatives de sel et d'eau et le temps qu'avait duré leur contact.

En résumé, les deux variétés de sel anhydre, et les hydrates à 7 et à 10 atomes, sont les seules modifications bien définies du sulfate de soude qui ont été découvertes jusqu'à présent.

## MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

P. de Loriol, E. Royer et H. Tombeck. Description géologique et paléontologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne. 1 vol. in 4°, 1872. (Extrait du tome XVI des Mémoires de la Société linnéenne de Normandie.)

Le beau travail que nous avons aujourd'hui sous les yeux recevra, nous n'en doutons pas, un accueil empressé des géologues et des paléontologistes. Dans un moment où l'étude des terrains jurassiques supérieurs est l'objet de nombreuses recherches, où le synchronisme de leurs dépôts excite tant de discussions, une monographie géologique et paléontologique de ces terrains dans une région où ils offrent un développement remarquable a une grande valeur.

[1] *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, tome LXXIII, p. 1324.

Les étages qui font l'objet de ce travail sont subdivisés de la manière suivante :

| | |
|---|---|
| 1° Étage portlandien | zone à *Cyrena rugosa.*<br>zone à *Cyprina Brongniarti.*<br>zone à *Ammonites gigas.* |
| 2° Étage kimméridien | zone à *Ammonites caletanus* (Étage virgulien).<br>zone à *Ammonites orthocera* (Étage ptérocérien). |
| 3° Étage séquanien ou corallien | 2me zone à *Terebratula humeralis* (calcaire à Astartes).<br>2me zone à *Cardium corallinum* (oolite de La Mothe).<br>1re zone à *Terebratula humeralis* (corallien compacte).<br>1re zone à *Cardium corallinum* (corallien inférieur) et zone à *Hemicidaris crenularis* et *Glypticus hieroglyphicus* (calcaires grumeleux). |

Ce mémoire se compose de deux parties : une description géologique très-détaillée faite par MM. Royer et Tombeck, et une description paléontologique faite par M. de Loriol, auquel ses travaux sur les formations jurassiques supérieures du Boulonnais, de l'Yonne et du Jura suisse ont donné une autorité incontestée en ces matières. La description des fossiles qui forme la partie la plus considérable de cet ouvrage ne s'étend pas à l'ensemble des trois étages : elle comprend les fossiles des deux premiers étages et ceux de la partie supérieure du troisième ; ceux de la première zone à *Cardium corallinum* seront pour le savant paléontologiste l'objet d'une étude subséquente.

Dans ces limites l'œuvre publiée est déjà fort considérable, car elle comprend la description de 297 espèces illustrée par 26 planches d'excellentes figures. Ce sont 7 espèces de poissons étudiées par Pictet, 1 crustacé, 5 annélides, de nombreux mollusques parmi lesquels prédominent les acéphales et 28 échinodermes.

L'étude des espèces et leur comparaison sont faites avec tout le soin et la précision, auxquels leur auteur nous a accoutumés.

La zone à *Cyrena rugosa* qui constitue l'horizon le plus élevé, fait partie de l'étage portlandien, « mais elle se rattache « très-intimement, dit M. de Loriol, aux couches de Purbeck, « qu'il faut envisager, ainsi que je l'ai montré ailleurs, comme « un simple accident de cet étage, probablement comme le « vaste estuaire d'un fleuve qui se déversait dans la mer port- « landienne. »

Les zones suivantes viennent se placer entre celle-ci et l'étage séquanien.

Le calcaire à Astartes et l'étage corallien sont réunis ici en une seule et même formation: les auteurs établissent d'une manière évidente que les noms d'étage séquanien et d'étage corallien désignent deux faciès différents et contemporains d'un même terrain et non deux divisions successives de ce terrain: ils constatent le retour périodique des mêmes faunes à des niveaux différents coïncidant avec le retour des mêmes faciès minéralogiques et ils citent à l'appui de ce fait des preuves très-concluantes: la deuxième zone à *Cardium corallinum*, intercalée entre les deux zones à *Terebratula humeralis*, n'est pour eux qu'un simple accident local. La faune de ces dernières zones se relie par 10 espèces communes avec la zone à *Ammonites tenuilobatus* ou couches de Baden, qui est le faciès à Scyphies et à Céphalopodes de l'étage séquanien, dont la zone à *Cardium corallinum* est le faciès coralligène.

Nous regrettons de ne pouvoir entrer dans plus de détails sur les résultats auxquels sont parvenus les auteurs de ce travail. Ce que nous venons d'en dire suffit pour montrer que cet ouvrage fournit des documents précieux pour l'étude si compliquée du terrain kimméridien, nom que M. de Loriol donne à l'ensemble complexe et d'aspect très-varié des dépôts qui se sont effectués dans l'intervalle compris entre la zone à *Ammonites transversarius* qui forme la subdivision su-

périeure du terrain oxfordien et les premières strates néocomiennes.

---

Ed. Suess. Ueber den Bau der italienischen Halbinsel. Sur la structure de la presqu'île italienne. (*Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch.*, Wien, 1872, LXV.)

La note dont nous traduisons ici une grande partie. est le résumé d'une communication présentée par M. le professeur Suess à l'Académie des Sciences de Vienne à la suite de plusieurs voyages du savant géologue viennois en Italie. L'intérêt de cette note fait attendre avec impatience l'ouvrage qu'annonce M. Suess et dans lequel il exposera ses observations non-seulement sur la structure de la presqu'île italienne, mais encore sur les relations de cette structure avec les phénomènes volcaniques et les tremblements de terre.

Un des traits les plus importants de la géologie de l'Italie est, dit M. Suess, que les roches anciennes et centrales des Alpes et même les schistes anciens semblables à ceux qui se voient dans les Alpes méridionales font totalement défaut à l'Apennin proprement dit ou chaîne du Gran Sasso. L'Apennin ne présente pas la structure d'une chaîne analogue à celle des Alpes, mais seulement celle d'une zone latérale plissée; les relations de ses roches avec le flysch rappellent même encore davantage et sur une grande échelle la ligne de récifs (*Klippe*) des Carpathes. Les roches anciennes des Alpes ne manquent cependant pas à l'Italie. On les trouve dans les Alpes apuanes, les îles de la côte occidentale, la Catena metallifera, au cap Circé et dans l'île Zannone; elles forment des chaînes de grandeur variée qui sont les débris d'une chaîne détruite.

Ces fragments doivent-ils représenter la chaîne centrale de la péninsule? M. Suess cherche la réponse à cette question dans le sud de l'Italie et la partie septentrionale de la Sicile où se trouvent des masses considérables de roches cristallines.

Le gneiss se montre dans les environs de Messine. et à cette roche succèdent vers le sud-ouest, près de Taormina, des roches de plus en plus jeunes, le permien, le trias, les couches de Kœssen, d'Hierlatz, d'Adneth, etc., toute une série de formations qui a souvent plus de ressemblance avec les dépôts des Alpes septentrionales qu'avec ceux des Alpes méridionales. La tête de couches d'une zone latérale occidentale se trouve donc en ce point.

En Calabre. M. Suess a reconnu trois masses centrales ayant un caractère essentiellement alpin. Ce sont : 1° La masse de l'Aspromonte avec la Sierra San Bruno ; elle s'étend jusqu'en Sicile, mais elle est interrompue par le détroit de Messine. Cette masse est complète à l'ouest, mais brisée du côté de la mer tyrrhénienne et cette ligne de fracture est la ligne principale de tremblements de terre de la Calabre ; 2° la masse de la Sila, entourée de tous côtés d'une ceinture de schistes ; 3° la masse du Monte Cucuzo, brisée comme la première du côté de la mer tyrrhénienne.

La grande chaîne calcaire de la Basilicate forme la tête de couches de la zone latérale orientale ; à son pied, près de San Donato, on exploite du mercure dans du quartzite rouge, comme dans le terrain permien des Alpes méridionales.

Il y a donc entre Taormina et Sybaris un fragment considérable d'une chaîne centrale alpine ; les roches de la Catena metallifera, etc., en sont la prolongation directe : l'Apennin forme la zone latérale nord-est, la Sicile une partie de la zone latérale sud-ouest.

De Palerme à Messine et de là au Cap Spartivento et à Capri, la mer tyrrhénienne est entourée de lignes de fractures; plus au nord encore, jusqu'à l'île d'Elbe et la Spezzia, la chaîne est brisée et détruite. Ce qui en subsiste aujourd'hui, soit au milieu de la mer, soit au milieu de formations plus récentes, n'est que le reste d'une ancienne chaîne tyrrhénienne qui formait l'axe de la presqu'île et qui est maintenant sous la mer.

Les phénomènes volcaniques de l'Italie actuelle sont intimement liés à la structure de cette péninsule; la plus grande partie des points d'éruptions correspond aux lignes de fractures, par exemple la grande zone éruptive qui, partant de la Toscane, passe par les montagnes d'Albano, les Champs Phlégréens et le Vésuve ; des groupes de volcans sont situés, au contraire, au milieu des régions d'affaissement (les îles Ponza, les îles Lipari). Quelques volcans seulement sont en dehors de ces régions ; tels sont l'Etna et le Vultur qui se trouvent dans le flysch.

Il existe une ressemblance frappante entre les Carpathes et l'Apennin. Dans les Carpathes, on ne voit aussi qu'une des zones latérales, la septentrionale; les fragments de la zone centrale forment le Tatra et quelques autres montagnes; la zone latérale sud a presque disparu; les trachytes de la Hongrie ont apparu dans les régions d'affaissement de même que les volcans du Latium et de Naples. La plaine de Vienne présente l'exemple d'un effondrement semblable dans la chaîne des Alpes.

M. Studer a déjà remarqué, il y a bien des années, que la région occidentale des Alpes méridionales disparaît peu à peu sous la plaine italienne et qu'une partie de cette chaîne est enterrée sous les dépôts récents qui recouvrent celle-ci. Les derniers travaux de M. Gastaldi confirment parfaitement ce fait. Les environs du golfe de Gênes forment le point de réunion des Alpes et de l'Apennin, dont les masses centrales ont presque entièrement disparu sous la mer ou sous la plaine ; on pourrait même supposer que l'un des axes de ces chaînes est la prolongation directe de l'autre.

---

Le chevalier Fr. DE HAUER. GEOLOGISCHE UEBERSICHTSKARTE DER ŒSTERREICHISCHEN MONARCHIE. CARTE GÉOLOGIQUE GÉNÉRALE DE L'EMPIRE D'AUTRICHE. (Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1872, XXII, p. 149.)

La carte géologique générale de l'empire d'Autriche exé-

cutée par l'Institut géologique sous la direction de M. de Hauer est aujourd'hui presque terminée. Afin de faciliter l'étude de cette carte et des volumineux travaux qui existent sur la géologie de l'Autriche, M. de Hauer a publié un index par ordre alphabétique de tous les noms de terrains ou de formations, locaux ou généraux, qui ont été employés dans les diverses publications. La description de la roche ou du terrain, l'explication de son nom, ses équivalents, le lieu où il est le mieux caractérisé, l'auteur qui l'a décrit, sont soigneusement indiqués dans ce dictionnaire géologique. C'est un travail dans le genre de l'*Index der Petrographie und Stratigraphie der Schweiz* de M. Studer, mais avec un cadre un peu plus restreint. Bien que l'auteur ait borné ce travail aux noms des terrains, il ne compte pas moins de 80 pages d'une impression serrée. Ce dictionnaire est une œuvre excessivement pratique, presque indispensable en particulier aux naturalistes étrangers qui veulent se familiariser avec la géologie de l'Autriche.

Nous avons déjà pu constater par expérience l'utilité de l'*Index* de M. Studer. Ces deux travaux consacrés à deux pays voisins et exécutés dans le même but, se complètent l'un l'autre; ils traitent tous deux de la géologie des Alpes, pour laquelle ils seront des guides précieux.

Une des dernières feuilles de la carte de l'Autriche contiendra un travail d'un autre genre, mais qui sera également utile, un tableau synchronistique des formations géologiques reconnues dans les diverses parties de l'empire d'Autriche.

---

Prof. Lebert. Sur l'ambre. (Communication faite à la Société helvétique des Sciences naturelles, réunie à Fribourg, dans la séance du 20 août 1872 [1].)

Le premier point sur lequel M. Lebert attire l'attention,

[1] Dans le Compte rendu de la 55me session de la Société helvétique,

est une nouvelle propriété optique de l'ambre, la fluorescence qu'il a observée d'abord sur l'ambre de Sicile et ensuite aussi sur celui de la Baltique, mais plus rarement et d'une manière moins prononcée. On sait que depuis les recherches de Herschel et de Brewster, on a désigné sous le nom de fluorescence ou dispersion épipolique une coloration particulière, pénétrant fort peu en profondeur, que prennent certains corps exposés à la lumière, et qui diffère de la couleur dominante de la substance. D'après Stokes, il se produit une transformation des rayons absorbés, la lumière qui est émise par fluorescence étant différente et d'une réfrangibilité moindre que celle de la lumière directement reçue qui provoque le phénomène.

Pour étudier les corps à ce point de vue, on fait tomber sur eux les rayons solaires rendus convergents par une lentille à court foyer : le cône de rayons qui pénètre dans la substance fluorescente se colore en nuances différentes suivant le corps sur lequel on opère. M. Lebert passe en revue les diverses nuances que présentent les cônes lumineux dans 28 morceaux d'ambre, dont 25 de Sicile et 3 de Russie. La couleur la plus fréquente du cône est un bleu pâle identique avec la teinte de fluorescence du pétrole : pour certains échantillons la teinte est plus foncée, mais d'autres tirent sur le jaune et le vert, d'autres sont jaunes ou verts sans nuance bleue, etc. Nous passons sur toutes ces différences indiquées dans le travail avec détail pour chaque morceau examiné.

Après quelques remarques sur l'ambre de Sicile, son gisement, le développement de nos connaissances historiques sur ce sujet, M. Lebert émet la supposition que l'ambre de Sicile appartient à un autre centre que celui de la Prusse.

Dans la seconde partie de sa communication, M. Lebert

publié dans notre dernier numéro, nous n'avons mentionné que très-brièvement cette communication. Nous en donnons aujourd'hui une analyse plus complète.

s'occupe des diverses variétés d'ambre employées dans l'industrie, et ici la Sicile avec son ambre si beau, mais trop rare, ne joue qu'un rôle secondaire. Aussi les 180 échantillons de nuances différentes qui sont présentés à la section proviennent-ils tous de la Prusse.

Les principales variétés employées, représentées chacune par de nombreux exemplaires, sont les suivantes : 1° L'ambre luisant, d'un jaune pâle ou verdâtre et mat, s'appelle ambre couleur de Kumst (et non pas « kunstfarbig » comme on le désigne souvent) : il est pur ou veiné ou tacheté de blanc. La majeure partie de cet ambre est exportée brute, et travaillée à Paris, à Vienne, à Constantinople, à Smyrne pour porte-cigares, embouchures de pipes, etc. 2° L'ambre dit « bastert » (et non bastard ou bâtard) est plus franchement jaune citron ou plus foncé, non transparent. On en fait de beaux colliers : M. Lebert en a fait faire un, en alternant les grandes olives jaune citron de cette espèce avec les olives pâles, luisantes et opaques de la précédente espèce, ce qui produit un fort bel effet. 3° L'ambre couleur d'os, d'un blanc mat et franc, est très-riche en acide succinique et offre de belles variétés avec des parties jaunes tantôt transparentes tantôt opaques dans le même morceau. Anciennement on croyait si bien à ses vertus médicales que tous les morceaux de cette nuance devaient être remis au Grand-Maître des chevaliers de l'ordre teutonique. Les dessins dendritiques de quelques morceaux donnent lieu à des formes variées et bizarres, dans lesquelles autrefois on croyait trouver toutes espèces de ressemblances. L'ambre couleur d'os est très-recherché en Russie et dans une partie de la Pologne, principalement à l'usage des fumeurs. 4° L'ambre couleur d'agate offre l'élégante variété de dessins, de bandes, de taches que présente le minéral auquel on l'a comparé. On travaille ces morceaux en Prusse, en Autriche et en Russie pour diverses parures. 5° L'ambre impure dit « schlaubig » renferme beaucoup de fragments organiques

amorphes qui contrastent avec les parties transparentes d'un jaune verdâtre des échantillons. Cette variété sert aux colliers bon marché des populations peu fortunées de plusieurs peuples slaves. 6° L'ambre nuageux, de couleur inégale, d'un jaune clair (désigné comme « flomig »), devient parfaitement transparent et homogène par la coction avec de l'huile de navets, et s'emploie à la fabrication de beaux colliers, très-recherchés en Westphalie par suite d'un ancien préjugé qui leur attribue une force préservatrice contre les maux d'yeux. 7° L'ambre complétement transparent offre de grandes variétés depuis le jaune très-pâle (Eisbernstein) jusqu'au jaune foncé et même au rouge. En Europe, on préfère les nuances pâles, tandis que celles plus foncées sont exportées en Chine, au Japon et en Amérique.

La moitié, enfin, des 100,000 livres d'ambre que fournit annuellement la Prusse ne sert ni aux fumeurs, ni aux parures. Ce sont des espèces d'ambres peu consistantes et peu pures qui servent à la fabrication de l'acide succinique et de l'huile de succin, ainsi qu'à la fabrication d'une laque de bonne qualité, industrie également très-lucrative.

Dans la troisième partie de sa communication, M. Lebert montre une série de morceaux d'ambre avec ou sans inclusions, remarquables par leur rareté, choisis dans sa collection composée de plus de 1600 échantillons dont la grande majorité avec des inclusions. Nous mentionnerons parmi les pièces ainsi présentées : 1° Une série de morceaux de l'arbre qui fournit l'ambre (Pinites succinifer Gœppert). 2° Un morceau renfermant une bulle d'air mobile dans une goutte d'eau. 3° De l'ambre si léger qu'il surnage dans l'eau. 4° Échantillon dans lequel, à côté d'une feuille phanérogame se trouve une bulle d'air comprimée de façon à montrer des ramifications et ressemblant à un cryptogame fungoïde. 5° Deux morceaux présentent des gouttes d'ambre entourées d'ambre plus frais ; les premières, à éclat métallique, avec leur long pédicule, ressemblent à des choux pétrifiés,

avec lesquels on les a souvent comparés. 6° Un grand morceau d'ambre jaune transparent, pesant 128 grammes, renferme un petit papillon. 7° Un myriapode. Craspedosoma affine, se trouve à côté de deux coléoptères et d'un hyménoptère. 8° Une assez grande araignée des mieux conservées. 9° Une chenille de très-grandes dimensions. 10° Un grand carabicide avec un certain nombre de mouches, dont il a attrapé une au moment où il a été enveloppé d'ambre. 11° Un beau coléoptère, une Cassida ayant conservé dans l'ambre tout l'éclat vert-doré et toute la sculpture des élytres. 12° Un petit coléoptère nouveau dans la faune de l'ambre appartenant au genre Scydremus. 13° Un Curonlionide fort bien conservé (dans un porte-cigare). 14° Une larve d'orthoptère avec l'ovisiapte, voisine probablement du genre Oecanthus. 15° Une blatte non-seulement remarquable par la nervure fort distincte des ailes, mais montrant très-bien aussi les antennes et chacun de leurs articles, ainsi que les yeux, la bouche, etc. 16° Un termite de grande taille, le plus grand que M. Lebert ait vu dans l'ambre. 17° Une feuille très-complète et assez grande d'un phanérogame, montrant sur une des surfaces des petits champignons parasites fort distincts. 18° Une perle qui renferme une larve de coléoptère, probablement du genre Elater qui est fortement représenté dans la faune de l'ambre.

## ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Prof. LEBERT. DE LA MARCHE DE LA TEMPÉRATURE DANS LES MALADIES TUBERCULEUSES. (Communication faite à la Société helvétique des Sciences naturelles à Fribourg, le 20 août 1872[1].)

Pour avoir une idée aussi exacte que possible de la mar-

[1] Cette communication, comme la précédente, n'avait été que mentionnée dans le compte rendu de la session de la Société, publié dans notre dernier numéro.

che de la température dans les maladies tuberculeuses, il faut, vu sa grande variabilité, la mesurer toutes les trois et même toutes les deux heures dans le creux axillaire; l'examen fréquent de la température rectale est en effet trop incommode chez des malades déjà affaiblis.

La chaleur suit dans ces maladies une marche tout à fait analogue à celle qu'elle suit en général dans les inflammations chroniques fébriles; l'observation thermique n'y offre rien de spécial. La disposition pyrogène individuelle est un élément important ajouté à ceux qui sont dus à l'étendue et à la marche de la maladie. Cette fièvre des tuberculeux est une des causes essentielles de la consomption, tant par sa durée que par la grande variabilité de la chaleur observée dans les 24 heures : ces changements sont en effet mal supportés par le corps et ses tissus. L'influence de l'âge et du sexe n'est pas notable. Les produits pyrogènes peuvent varier d'effets depuis une influence légère jusqu'à une action d'apparence toxique; malheureusement la nature chimique des éléments pyrogènes nous est en majeure partie inconnue.

La température du matin peut varier : en minimum elle offre l'état normal ou sous-normal : en maximum elle atteint une hauteur très-fébrile, mais en moyenne elle ne dépasse la chaleur normale que de 1 à 1 $^1/_2$ degré centigr. A mesure que la maladie s'aggrave la température redevient normale ou sous-normale sous l'influence du collapsus progressif.

La température du soir est plus fortement fébrile; cependant elle ne dépasse pas en moyenne 39°—39°.5, atteint quelquefois 40°, rarement 41° et au delà; vers la fin elle diminue aussi sous l'influence du collapsus et reste à 38°.5 ou au-dessous. Ainsi, en somme, les maladies tuberculeuses ne sont pas fortement fébriles, bien moins par exemple que la pneumonie, le rhumatisme articulaire aigu, les fièvres éruptives ou typhoïdes.

La tuberculisation aiguë peut devenir fortement fébrile, mais en moyenne elle ne diffère point sous le rapport ther-

mique de la tuberculisation chronique. Pendant la période avancée de la phthisie, la température est la résultante des causes pyrogènes et du collapsus, dont l'influence se fait d'abord sentir le matin et plus tard aussi le soir. A cette époque, on observe aussi d'une manière intercurrente des refroidissements du corps, rapides et de peu de durée, le thermomètre descendant jusqu'à 35°, 34°, 33°, même 32°,5. La mort a rarement lieu dans le refroidissement, mais survient ordinairement peu de jours après.

Le type des rémissions fébriles est plus variable dans la phthisie qu'il ne l'est dans aucune autre maladie: cette irrégularité va souvent jusqu'à l'ataxie. Il n'est point exact que la tuberculisation aiguë offre souvent une fièvre subcontinue, comme Niemeyer l'affirme. La température du matin influe considérablement sur le degré de rémission de la fièvre : si elle est basse avec une chaleur élevée du soir, elle augmente notablement la rémittence. Toutefois la même courbe offre des rémissions souvent très-variables et il n'est même pas rare d'observer le type inverse, la plus haute température ayant lieu le matin. Dans des cas rares, ce type inverse domine et occupe les $^2/_3$, les $^3/_4$ des journées d'observation.

La ressemblance trompeuse de la fièvre des phthisiques avec le type intermittent ou même avec une fièvre typhoïde n'est nullement ratifiée par l'observation thermométrique.

La chaleur terminale, au moment de la mort ou peu avant elle, est rarement subnormale, dans les $^2/_5$ des cas elle se rapproche de la normale et dans les $^3/_5$ des cas elle est élevée, offrant 39°, 39°,5, rarement 40°, exceptionnellement 41° et même 42°. Dans la phthisie aiguë, l'élévation terminale domine davantage que dans les formes chroniques.

Au début des maladies tuberculeuses chroniques, le thermomètre monte quelquefois le soir à 38° et un peu au delà, plus tard il monte aussi le matin et peu à peu la fièvre s'établit plus permanente et plus prononcée. Les signes thermiques peuvent devancer les signes fournis par l'auscultation

et la percussion, et sont alors d'un grand secours pour établir de bonne heure le diagnostic. Pendant cette période initiale le mal peut s'arrêter; les signes thermiques disparaissent alors. Une complication aiguë intercurrente dans la phthisie augmente momentanément la chaleur, qui reprend ensuite sa marche ordinaire.

Le séjour des malades à l'hôpital, dans de bonnes conditions hygiéniques, leur donne souvent un bien-être qui est trompeur et sans valeur, s'il n'est accompagné d'une amélioration thermique correspondante. Pendant la période d'accroissement de la fièvre, celle-ci est plutôt due à la multiplication progressive des foyers morbides qu'à leur ramollissement et à leur fonte.

De fortes pneumorrhagies peuvent au commencement de la tuberculisation pulmonaire exercer une action salutaire sur l'arrêt momentané du mal, arrêt accompagné de la cessation de la fièvre.

Cet arrêt peut durer plus ou moins longtemps et le thermomètre détermine souvent s'il doit être passager ou durable. La phthisie chronique après une phase fortement fébrile est susceptible aussi d'arrêt et de retour à l'apyrexie.

Une phase terminale aiguë, avec tubercules miliaires multiples peut augmenter notablement la fièvre : il n'est pas rare, cependant qu'elle ne produise pas d'influence thermique notable. La tuberculisation aiguë des méninges, du péritoine, etc., n'offre pas plus de caractères thermiques pathognomoniques que la phthisie pulmonaire aiguë. La bronchite putride, comme complication, n'augmente pas la fièvre, ce que fait la gangrène pulmonaire. La pleurésie comme point de départ ou comme complication ne modifie pas notablement la chaleur. Le pneumothorax élève d'abord sensiblement la température, qui revient bientôt à sa marche antérieure, si la vie se prolonge de quelques semaines: ou davantage. Les affections tuberculeuses du larynx et des intestins ne modifient pas notablement la chaleur. La péritonite avec perfora-

tion provoque un abaissement passager notable. La grossesse et surtout l'état puerpéral, bien qu'ils soient quelquefois sans influence fâcheuse, accélèrent et aggravent ordinairement la marche des affections tuberculeuses : ces états en provoquent même le développement, si la disposition tuberculeuse existe.

Il serait trop long d'exposer ici toutes les conséquences importantes que ces recherches offrent pour le diagnostic et le traitement des maladies tuberculeuses. Il est certain qu'à mesure que nos notions sur ces affections seront plus complètes et basées sur de bonnes méthodes tirées des sciences naturelles, la thérapeutique et la prophylaxie tant hygiéniques que médicamenteuses ne pourront que gagner et devenir de plus en plus efficaces et salutaires.

---

W. MARSHALL. UEBER DIE KNOECHERNEN SCHEDELHOECKER DER VOEGEL. SUR LES PROTUBÉRANCES OSSEUSES DE LA TÊTE DES OISEAUX. (*Niederländisches Archiv für Zoologie;* vol. I, 2me cahier, Juillet 1872, p. 133-179; pl. XI et XII.)

On trouve sur le front et la mandibule supérieure de beaucoup d'oiseaux des protubérances qui diffèrent d'une espèce à l'autre non-seulement par leurs formes et leurs dimensions, mais aussi par la nature des systèmes qui leur donnent naissance. Les unes sont tout à fait superficielles, tandis que les autres ont une base osseuse qui peut les faire comparer aux cornes creuses des Ruminants. M. Marshall ne s'est occupé que des protubérances osseuses ; ce n'est qu'en passant, et pour établir des comparaisons, qu'il parle des ornements analogues dus au système cutané.

Comme cette étude porte sur beaucoup de faits de détail qu'il serait impossible de reproduire ici et qu'il serait également difficile d'analyser d'une manière succincte, nous nous contenterons de donner les conclusions de l'auteur, en y

ajoutant seulement un ou deux exemples choisis dans le corps du mémoire.

1° Les protubérances osseuses qui se trouvent sur le bec et le crâne des oiseaux sont dues à des boursouflures vésiculeuses, ou à des métamorphoses spongieuses de certains os, souvent de plusieurs de ceux-ci.

2° Elles sont toujours pneumatiques, soit que l'air y arrive des poumons, soit qu'il y pénètre directement par les fosses nasales.

3° Ces protubérances se rencontrent tantôt chez les deux sexes, tantôt seulement chez le sexe mâle. Dans la plupart des cas on doit les considérer comme un résultat de la sélection sexuelle.

4° Là où ces protubérances se présentent avec la même structure chez les deux sexes (*Numida*, *Casuarius*, la plupart des espèces de *Buceros*, etc.), elles ont une origine très-ancienne et se développent par suite de cela chez les oiseaux encore très-jeunes. Là, au contraire, où elles ne se trouvent que chez l'un des deux sexes (*Fuligula nigra*, etc.), elles ont une origine beaucoup plus récente et ne se développent en conséquence qu'à l'époque de la puberté.

5° Dans quelques familles, certaines espèces ont des protubérances osseuses (*Fuligula nigra*, *Crax pauxi*, *Numida meleagris*, etc.), qui sont représentées chez d'autres par des saillies analogues, mais dépendant d'un autre système de tissus (*Cygnus olor*, *Crax Alberti*, *Numida plumifera* et *cristata*, etc.).

Ainsi, chez les Lamellirostres l'on trouve beaucoup d'espèces qui sont pourvues de protubérances sur la mandibule supérieure ou le front; il y a même un sous-genre (*Oedemia*) qui tire son nom de cette disposition. C'est ordinairement les mâles seuls qui portent ces ornements; on en retrouve cependant le plus souvent une trace chez les femelles. Quelques espèces présentent un tubercule de cette nature, mais celui-ci ne repose pas sur une base osseuse, et n'est qu'un

épaississement de la peau, comme cela se voit dans les tubercules de l'extrémité de la mandibule supérieure chez le cygne ordinaire (*Cygnus olor*) et l'*Anas tadorna*. Il existe des passages entre les tubercules d'une nature et ceux de l'autre.

C'est chez les Gallinacés que les ornements de la tête sont le plus répandus et le plus variés quand aux systèmes qui, leur donnent naissance. Tantôt ce sont, comme chez le Paon des bouquets de plumes : tantôt l'on a affaire à des parties de la peau, riches en pigment, très-vasculaires et plus ou moins érectiles, comme chez le Dindon et le Coq domestique : tantôt enfin, il s'agit de saillies, de tubercules appartenant au système osseux. Ces ornements, provenant d'une même cause et ayant le même effet, se remplacent en quelque sorte les uns les autres : dans le même genre et même dans des espèces très-voisines, on rencontre les mêmes ornements ou des ornements analogues dus à des systèmes de tissus différents.

6° Il importe peu quels organes ou parties d'organes sont mis en réquisition dans l'intérêt de la sélection sexuelle, pourvu que le résultat reste le même.

7° Lorsque ces formations sont phylogénétiquement très-anciennes, elles ne servent pas uniquement à jouer un rôle dans la sélection sexuelle ; peut-être même n'y jouent-elles plus aucun rôle. Elles peuvent en être arrivées à remplir d'autres fonctions : ainsi, par exemple, elles servent aux Calaos d'espaces pneumatiques facilitant le vol ; dans certains cas, comme chez le *Buceros scutatus*, elles se sont transformées encore davantage pour accomplir une troisième fonction.

8° Les espaces spongieux des protubérances présentent une certaine régularité dans leur disposition, comme on peut le constater en particulier chez les Buceros : toutefois cet arrangement ne peut pas, jusqu'à présent, être ramené aux

lois reconnues par Meyer et Wolf pour l'architecture des espaces spongieux de l'homme. A. H.

---

W. Marshall. Beobachtungen ueber den Vogelschwanz. Observations sur la queue des oiseaux. (*Niederländisches Archiv für Zoologie*, vol. I, 2me cahier, juillet 1872, p. 194-210 ; pl. XVI.)

La découverte du squelette de l'Archæopteryx a attiré l'attention des anatomistes sur la structure de la queue des oiseaux. Le fossile de Solenhofen présentait dans sa dernière région vertébrale des caractères si particuliers que M. Huxley a cru devoir établir une sous-classe pour cette seule espèce. D'autre part, l'on a reconnu que chez certains oiseaux la queue est composée dans la période embryonnaire d'un plus grand nombre de vertèbres qu'à l'état adulte et qu'elle se rapproche par conséquent alors davantage de celle de l'Archæopteryx. Cette différence entre l'état embryonnaire et l'état adulte provient de ce que l'os en forme de soc de charrue, qui termine la queue de l'oiseau, est représenté d'abord par une série de vertèbres distinctes qui se soudent plus tard en une pièce unique. L'anatomie comparée de cette région n'avait encore été faite toutefois que d'une manière un peu superficielle. Nous devons à M. Marshall des recherches sur ce sujet plus étendues et plus précises que celles de ses prédécesseurs. En outre, il ne s'est pas borné à étudier les vertèbres caudales chez le jeune oiseau et chez l'adulte : il s'est occupé aussi des rectrices et a cherché à ramener la disposition de ces pennes telle qu'elle existe chez les oiseaux actuels à celle que l'on observe chez l'Archæopteryx : enfin, il a étudié les muscles de la queue et les transformations qu'ils subissent.

L'os en soc de charrue ou *pièce terminale* (Endkörper), comme l'appelle M. Marshall, présente souvent des apophy-

ses, des sinuosités ou des trous qui indiquent la multiplicité originaire des pièces. Ainsi, chez les Calaos, on trouve sur les côtés, à droite et à gauche, cinq saillies qui sont les traces de l'existence d'autant de vertèbres. Chez la Corneille on voit encore distinctement les deux premières apophyses transverses: cinq saillies inférieures indiquent les cinq vertèbres primitives. Chez beaucoup de rapaces diurnes, la séparation originaire des vertèbres est démontrée par l'existence de trous transversaux. Chez l'Autruche il est facile de reconnaître à la présence de trois tubercules correspondant aux points d'union des vertèbres, que la pièce terminale résulte en réalité de la soudure de quatre pièces.

Il se présente quelquefois une monstruosité instructive qui consiste en ce que la pièce terminale est beaucoup plus petite qu'à l'état normal, tandis qu'il y a une vertèbre de plus que d'habitude. L'on voit alors de la manière la plus évidente que le nombre des vertèbres libres ne s'est accru que parce que la première vertèbre de la pièce terminale est restée indépendante.

L'étude des formes que présente la pièce terminale chez l'adulte et celle des cas tératologiques nous donnent des indications précieuses sur la nature réelle de l'os en soc de charrue: mais ce sont les observations faites sur les oiseaux très-jeunes qui sont réellement probantes. Celles de M. Marshall ont porté sur des Calaos, des Eurylaimes, le Choucas, le Canard domestique, le Cormoran et l'Autruche. L'ossification ne se fait pas à la même époque du développement chez ces différents types: ainsi, la pièce terminale s'ossifie de très-bonne heure chez le Choucas, tandis que chez le Cormoran elle est encore entièrement cartilagineuse quelques jours après l'éclosion.

Chez un jeune Calao qui avait été pris au moment où il allait quitter le nid, M. Marshall a constaté l'existence de cinq vertèbres parfaitement distinctes, représentant la pièce terminale. Dans un fœtus d'Eurylaime cette pièce était représen-

tée par six vertèbres. Chez cette espèce, comme chez la précédente, ce sont surtout les apophyses épineuses inférieures qui sont développées, et les supérieures le sont peu ou point. Chez l'*Anas boschas* c'est l'inverse qui a lieu; dans ce canard la pièce terminale se compose, chez le fœtus, de six corps de vertèbres qui sont tous surmontés d'apophyses épineuses assez considérables; aux deux premières vertèbres ces apophyses sont déjà soudées avec les corps, aux autres elles ne le sont pas. Chez le fœtus de l'Autruche la pièce terminale est composée, comme le montre déjà le squelette de l'adulte, de quatre vertèbres.

De recherches récentes [1] sur l'ostéologie des oiseaux ont démontré qu'un certain nombre de vertèbres précédemment attribuées au sacrum, sont en réalité des vertèbres caudales. On doit donc admettre aujourd'hui que la région caudale des oiseaux se compose d'un nombre de vertèbres bien supérieur à celui que nous trouvons indiqué dans les anciens traités d'anatomie comparée. Ainsi, le Canard, auquel Cuvier attribuait seulement 8 vertèbres caudales, en possède en réalité 18, à savoir 7 réunies au bassin, 5 libres, et 6 formant la pièce terminale. Le nombre des vertèbres formant la queue de l'Archæopterix n'éloigne donc pas autant cet oiseau des espèces actuelles qu'on pourrait le croire.

Mais ce n'est pas seulement dans les parties osseuses de la queue que se voyent les différences frappantes qui semblent séparer l'Archæopteryx des oiseaux actuels; tandis que l'oiseau de Solenhofen avait 40 pennes portées par les 20 dernières vertèbres caudales, on ne trouve chez la plupart des groupes d'oiseaux actuels que 10 à 12 rectrices en tout; chez l'Archæopteryx elles étaient disposées comme les barbes sur la tige d'une plume, tandis que chez nos oiseaux elles rayonnent en éventail à l'extrémité de la colonne vertébrale. Mal-

[1] *Gegenbaur*, Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel. *Jenaische Zeitschrift*, vol. VI, p. 202.

gré cette différence, si marquée en apparence, il est facile de comprendre avec M. Marshall, comment un des types peut se ramener à l'autre. En supposant que chez l'Archæopteryx les os du bassin se soient prolongés, que les 7 premières vertèbres caudales se soient soudées avec eux, et que les 5 dernières se soient par contre raccourcies et confondues en un os unique, les rectrices des 7 premières vertèbres ont dû disparaître et les 10 rectrices des 5 dernières vertèbres ont dû, de leur côté, par suite de la contraction de ces os, prendre une forme d'arc aplati ou d'éventail. Jusqu'ici tout va bien : l'explication de M. Marshall, appuyée d'une figure schématique, nous paraît parfaitement plausible et vraisemblable. Mais, pourquoi les rectrices correspondant aux vertèbres libres ont-elles disparu ? L'auteur cherche à expliquer cette disparition au moyen de phénomènes de sélection naturelle assez compliqués. Selon lui, les pennes caudales se seraient toutes raccourcies pour faciliter le vol qui était auparavant gêné par cette longue traîne emplumée : puis, les pennes correspondant aux vertèbres prises dans le bassin et aux vertèbres libres, auraient disparu comme inutiles, en même temps que les dernières se développaient en un gouvernail favorisant le vol. Il fait remarquer que c'est dans les familles telles que celles des Lamellirostres, des Totipalmes et des Plongeurs, où les pennes caudales sont en nombre supérieur au double des vertèbres formant la pièce terminale de la queue (de 18 à 24), que ces pennes sont relativement courtes : on peut, selon lui, regarder ces faibles dimensions comme dues, non pas à un développement rétrograde, mais à la conservation d'un état intermédiaire. M. Marshall manie avec beaucoup d'habilité, peut-être avec un peu trop de hardiesse, la sélection naturelle. Nous reconnaissons qu'il y a des points séduisants dans son argumentation ; mais nous aimerions qu'il nous expliquât pourquoi les pennes caudales se trouvaient si développées chez l'Archæopteryx, puisqu'elles étaient nuisibles à cet oiseau ?

M. Marshall a trouvé chez certains jeunes oiseaux des petits faisceaux musculaires plus ou moins développés qu'il assimile à certains muscles du tronc, tels que les interépineux, intertransversaux, élévateurs des côtes et intercostaux. Chez les oiseaux adultes on les retrouve sans exception sous la forme de ligaments. Chez un jeune *Buceros plicatus* tous ces faisceaux musculaires étaient déjà représentés par des ligaments, mais une étude microscopique permettait de distinguer encore nettement par places des éléments musculaires. Dans la pièce terminale ce ne sont que les trois premières vertèbres qui présentent ces caractères, et même ici les petits muscles ne deviennent pas seulement des ligaments, mais ils s'ossifient à leur tour entièrement; c'est ce que l'on voit bien chez beaucoup de Rapaces, et les parties qui chez ces oiseaux comprennent les trous situés à la partie inférieure de la pièce terminale sont dus à l'ossification de ligaments qui étaient eux-mêmes primitivement des muscles intercostaux.

A. H.

---

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

## M. le prof. E. PLANTAMOUR

### Pendant le mois de SEPTEMBRE 1872.

---

Le 1er, rosée le matin.
2, idem.
3, idem.
4, idem.
5, idem.
7, léger brouillard le matin jusqu'à 8 h.
9, rosée le matin.
10, idem.
11, idem.
12, idem.
13, idem.
14, idem.
15, idem.
16, idem.
17, idem.
18, idem, à 7 h. soir éclairs au SE.
19, de 4 $^1/_2$ h. à 5 h. matin, orage avec éclairs et tonnerres, forte averse.
21, il a neigé sur le Jura dans la nuit précédente.
22, rosée le matin.
26, forte rosée le matin.
27, rosée le matin.
28, idem.
29, idem.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

**MAXIMUM.**

| | mm |
|---|---|
| Le 2 à 8 h. matin | 729,82 |
| 7 à 10 h. matin | 722,95 |
| 13 à 8 h. matin | 735,18 |
| 22 à 10 h. soir | 726,07 |
| 27 à 8 h. matin | 735,56 |

**MINIMUM.**

| | mm |
|---|---|
| Le 4 à 6 h. soir | 725,32 |
| 9 à 6 h. soir | 726,35 |
| 20 à 2 h. après m. | 720,30 |
| 24 à 10 h. soir | 721,71 |

# GENÈVE. — SEPTEMBRE 1872.

| Jours du mois. | Baromètre. Hauteur moy. des 24 h. | Baromètre. Écart avec la hauteur normale | Température C. Moyenne des 24 heures | Température C. Écart avec la temp. normale | Température C. Minim. | Température C. Maxim. | Tension de la vap. Moy. des 24 h. | Tension de la vap. Écart avec la tension normale. | Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h. | Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm. | Fract. de saturation en millièmes. Minim | Fract. de saturation en millièmes. Maxim. | Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h. | Pluie ou neige. Nomb. d'h. | Vent dominant. | Clarté moy. du Ciel. | Temp. du Rhône. Midi. | Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale. | Limnimètre à 11 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | 0 | 0 | 0 | 0 | millim. | millim. | | | | | mm. | | | | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 728,80 | + 1,14 | +14,57 | — 1,80 | + 9,7 | +19,9 | 7,78 | —2,43 | 666 | — 76 | 380 | 890 | ... | ... | N. 1 | 0,07 | — | — | 204 |
| 2 | 728,91 | + 1,28 | +15,35 | — 0,91 | + 8,6 | +21,7 | 9,91 | —0,26 | 764 | + 20 | 510 | 910 | ... | ... | N. 1 | 0,33 | 18,7 | + 0,6 | 202 |
| 3 | 727,03 | — 0,57 | +17,93 | + 1,78 | +12,7 | +22,7 | 11,50 | +1,37 | 767 | + 20 | 460 | 920 | ... | ... | N. 1 | 0,19 | 18,9 | + 0,8 | 200 |
| 4 | 726,56 | — 1,01 | +19,06 | + 3,02 | +14,4 | +25,0 | 12,39 | +2,30 | 780 | + 31 | 480 | 950 | ... | ... | N. 1 | 0,50 | 18,6 | + 0,6 | 198 |
| 5 | 727,24 | — 0,31 | +20,32 | + 4,40 | +15,0 | +25,8 | 12,73 | +2,68 | 737 | — 15 | 500 | 910 | ... | ... | variable | 0,28 | — | — | 198 |
| 6 | 728,20 | + 0,67 | +21,03 | + 5,23 | +17,2 | +26,6 | 10,05 | +0,04 | 585 | —169 | 380 | 770 | ... | .. | variable | 0,18 | 19,5 | + 1,6 | 198 |
| 7 | 727,56 | + 0,06 | +19,59 | + 3,91 | +14,3 | +25,8 | 11,41 | +1,44 | 699 | — 58 | 400 | 870 | .. | ... | S. 1 | 0,67 | 18,6 | + 0,8 | 198 |
| 8 | 726,84 | — 0,63 | +19,85 | + 4,29 | +15,8 | +25,4 | 12,37 | +2,44 | 733 | — 26 | 520 | 870 | 0,1 | 1 | S. 1 | 0,90 | — | — | 197 |
| 9 | 727,03 | — 0,41 | +19,16 | + 3,73 | +16,8 | +23,7 | 11,83 | +1,94 | 746 | — 16 | 510 | 870 | ... | ... | NNE. 1 | 0,22 | 19,6 | + 1,9 | 196 |
| 10 | 728,35 | + 0,94 | +18,63 | + 3,33 | +13,0 | +25,3 | 9,67 | —0,18 | 644 | —120 | 389 | 880 | .. | ... | S. 1 | 0,59 | 19,9 | + 2,3 | 198 |
| 11 | 731,43 | + 4,05 | +17,18 | + 2,02 | +11,8 | +22,8 | 10,55 | +0,74 | 737 | — 30 | 510 | 910 | ... | .. | N. 1 | 0,07 | 19,7 | + 2,1 | 190 |
| 12 | 734,33 | + 6,97 | +17,54 | + 2,51 | +11,2 | +23,7 | 11,15 | +1,38 | 742 | — 27 | 510 | 920 | ... | ... | N. 1 | 0,00 | — | — | 188 |
| 13 | 734,31 | + 6,98 | +18,78 | + 3,89 | +12,1 | +25,7 | 12,13 | +2,40 | 759 | — 12 | 510 | 950 | .. | ... | N. 1 | 0,00 | 20,2 | + 2,7 | 186 |
| 14 | 730,76 | + 3,46 | +19,62 | + 4,87 | +12,4 | +24,9 | 11,77 | +2,08 | 701 | — 73 | 540 | 950 | ... | ... | N. 1 | 0,18 | 20,3 | + 2,9 | 186 |
| 15 | 728,24 | + 0,98 | +18,06 | + 3,45 | +11,2 | +24,1 | 10,53 | +0,87 | 692 | — 85 | 450 | 930 | ... | ... | N. 1 | 0,22 | — | — | 185 |
| 16 | 726,52 | — 0,71 | +17,20 | + 2,72 | +12,1 | +22,1 | 9,98 | +0,37 | 699 | — 80 | 500 | 900 | ... | ... | variable | 0,44 | 20,7 | + 3,4 | 185 |
| 17 | 725,88 | — 1,31 | +17,60 | + 3,25 | +10,0 | +25,1 | 9,32 | —0,23 | 651 | —131 | 360 | 940 | ... | ... | SO. 1 | 0,08 | 20,5 | + 3,3 | 185 |
| 18 | 723,81 | — 3,35 | +19,23 | + 5,02 | + 9,9 | +27,2 | 9,58 | +0,09 | 603 | —182 | 350 | 910 | ... | ... | SO. 1 | 0,27 | 20,4 | + 3,3 | 184 |
| 19 | 722,17 | — 4,95 | +15,41 | + 1,33 | +13,1 | +21,4 | 10,77 | +1,33 | 851 | + 64 | 660 | 890 | 17,2 | 13 | SSO. 1 | 1,00 | 18,7 | + 1,7 | ... |
| 20 | 721,23 | — 5,86 | +13,37 | — 0,58 | +11,4 | +18,9 | 6,56 | —2,82 | 616 | —174 | 420 | 730 | 0,4 | 1 | SSO. 1 | 0,68 | 15,7 | — 1,2 | 180 |
| 21 | 725,00 | — 2,06 | + 8,90 | — 4,90 | + 7,0 | +13,4 | 4,89 | —4,44 | 626 | —166 | 370 | 720 | 0,4 | 1 | variable | 0,48 | 15,8 | — 1,0 | 189 |
| 22 | 724,89 | — 2,13 | +10,38 | — 3,27 | + 5,2 | +15,4 | 6,65 | —2,62 | 793 | — 2 | 420 | 940 | 1,6 | 3 | S. 1 | 0,77 | — | — | 177 |
| 23 | 725,00 | — 1,99 | +10,39 | — 3,12 | + 8,9 | +13,9 | 6,67 | —2,54 | 745 | — 52 | 560 | 850 | ... | ... | NNE. 1 | 0,59 | 15,7 | — 0,9 | 174 |
| 24 | 723,26 | — 3,69 | +12,99 | — 0,37 | + 8,0 | +18,3 | 6,50 | —2,66 | 615 | —184 | 400 | 820 | ... | ... | SSO. 1 | 0,17 | 14,4 | — 2,1 | 170 |
| 25 | 723,39 | — 3,53 | +11,31 | — 1,90 | + 7,7 | +16,1 | 6,52 | —2,58 | 700 | —101 | 380 | 870 | 2,5 | 3 | SSO. 1 | 0,72 | 13,3 | — 3,1 | 167 |
| 26 | 730,70 | + 3,81 | + 8,30 | — 4,76 | + 3,0 | +14,5 | 4,82 | —4,23 | 647 | —156 | 340 | 950 | ... | ... | SO. 1 | 0,33 | 13,4 | — 2,9 | 163 |
| 27 | 734,51 | + 7,66 | +10,14 | — 2,77 | + 4,4 | +16,2 | 5,77 | —3,22 | 669 | —136 | 370 | 930 | ... | ... | SSO. 1 | 0,11 | 10,8 | — 5,4 | 160 |
| 28 | 731,22 | + 4,40 | +13,67 | + 0,92 | + 4,0 | +21,0 | 5,77 | —3,16 | 539 | —268 | 260 | 870 | ... | ... | SSO. 1 | 0,00 | 13,2 | — 2,9 | 159 |
| 29 | 728,12 | + 1,34 | +14,67 | + 2,07 | + 7,9 | +21,1 | 6,37 | —2,51 | 563 | —246 | 290 | 780 | ... | ... | SSO. 1 | 0,17 | — | — | ... |
| 30 | 726,98 | + 0,23 | +15,59 | + 3,14 | +11,2 | +21,2 | 8,26 | —0,56 | 660 | —151 | 440 | 850 | 0,2 | 1 | SSO. 1 | 0,84 | 13,3 | — 2,6 | ... |

# MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1872.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 727,85 | 728,12 | 728,33 | 727,87 | 727,30 | 727,00 | 726,95 | 727,38 | 727,71 |
| 2e » | 728,34 | 728,58 | 728,58 | 728,02 | 727,35 | 726,99 | 727,04 | 727,55 | 727,80 |
| 3e » | 727,16 | 727,54 | 727,73 | 727,42 | 727,10 | 726,93 | 727,12 | 727,57 | 727,83 |
| Mois | 727,78 | 728,08 | 728,21 | 727,77 | 727,25 | 726,97 | 727,04 | 727,50 | 727,78 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | +14,56 | +17,69 | +20,50 | +22,48 | +23,15 | +22,78 | +20,99 | +18,67 | +16,88 |
| 2e » | +12,38 | +16,39 | +19,29 | +21,31 | +22,18 | +22,22 | +20,35 | +17,75 | +16,58 |
| 3e » | + 7,92 | +10,88 | +14,46 | +15,88 | +16,20 | +15,45 | +13,28 | +11,07 | +10,39 |
| Mois | +11,62 | +14,99 | +18,09 | +19,89 | +20,51 | +20,15 | +18,21 | +15,86 | +14,62 |
| **Tension de la vapeur.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 10,47 | 11,40 | 10,83 | 10,24 | 10,17 | 11,03 | 12,04 | 12,56 | 12,03 |
| 2e » | 9,71 | 10,57 | 10,71 | 10,26 | 10,21 | 10,49 | 11,05 | 10,96 | 10,23 |
| 3e » | 6,11 | 6,44 | 5,95 | 6,35 | 6,11 | 6,25 | 6,64 | 7,14 | 7,08 |
| Mois | 8,76 | 9,47 | 9,16 | 8,95 | 8,83 | 9,26 | 9,91 | 10,22 | 9,78 |
| **Fraction de saturation en millièmes.** | | | | | | | | | |
| 1re décade | 851 | 754 | 608 | 509 | 475 | 534 | 651 | 774 | 837 |
| 2e » | 900 | 759 | 642 | 536 | 512 | 528 | 614 | 716 | 721 |
| 3e » | 774 | 668 | 488 | 485 | 475 | 504 | 601 | 729 | 760 |
| Mois | 842 | 727 | 579 | 510 | 487 | 522 | 622 | 740 | 773 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Température du Rhône. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | 0 | mm | cm |
| 1re décade | +13,75 | +24,19 | 0,39 | +19,11 | 0,1 | 198,9 |
| 2e » | +11,52 | +23,59 | 0,29 | +19,52 | 17,6 | 185,4 |
| 3e » | + 6,73 | +17,11 | 0,42 | +13,74 | 4,7 | 169,9 |
| Mois | +10,67 | +21,63 | 0,37 | +17,39 | 22,4 | 185,8 |

Dans ce mois, l'air a été calme 3,70 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,59 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 48,6 O., et son intensité est égale à 23,3 sur 100.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

## LE MOIS DE SEPTEMBRE 1872.

---

Le 5, brouillard le matin et le soir.
6, brouillard le matin.
8, brouillard le matin et le soir.
9, brouillard jusqu'à 6 h. du soir.
10, brouillard le soir.
17, brouillard au milieu de la journée.
19, à 4 h. matin, orage avec éclairs et tonnerres, brouillard et pluie tout le jour.
20, brouillard presque tout le jour; neige le soir et dans la nuit.
21, brouillard le matin.
23, brouillard le matin et le soir.
24, brouillard le soir.
25, brouillard tout le jour.
26, idem, neige à midi.
30, brouillard le soir.

### *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM | mm | MINIMUM. | mm |
|---|---|---|---|
| Le 5 à 10 h. soir | 572,77 | Le 9 à 6 h. matin | 568,17 |
| 12 à 10 h. soir | 576,45 | 20 à 10 h. soir | 558,19 |
| 23 à 6 h. matin | 562,86 | 25 à 6 h. matin | 561,95 |
| 28 à 10 h. matin | 570,61 | 30 à 6 h. matin | 565,54 |

| Jours du mois. | Baromètre. | | | | Température C. | | | | Pluie ou neige. | | | Vent | Clarté |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hauteur moy. des 24 heures. | Écart avec la hauteur normale. | Minimum. | Maximum. | Moyenne des 24 heures. | Écart avec la température normale. | Minimum* | Maximum* | Hauteur de la neige. | Eau tombée dans les 24 h. | Nombre d'heures. | dominant. | moyenne du Ciel. |
| | millim. | millim. | millim. | millim. | o | o | o | o | millim. | millim | | | |
| 1 | 567,88 | — 0,27 | 566,06 | 569,51 | + 4,27 | — 0,81 | — 1,6 | + 8,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,02 |
| 2 | 570,27 | + 2,17 | 569,44 | 571,20 | + 8,25 | + 3,26 | + 4,8 | +11,2 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,09 |
| 3 | 571,28 | + 3,24 | 570,79 | 571,84 | +11,63 | + 6,73 | + 7,4 | +15,4 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,21 |
| 4 | 571,43 | + 3,45 | 571,16 | 571,93 | +12,18 | + 7,37 | + 9,7 | +15,2 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,13 |
| 5 | 572,32 | + 4,40 | 571,90 | 572,77 | + 9,86 | + 5,14 | + 6,1 | +13,8 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,36 |
| 6 | 571,07 | + 3,21 | 570,38 | 571,70 | +10,37 | + 5,75 | + 7,6 | +13,4 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,27 |
| 7 | 569,68 | + 1,89 | 569,40 | 570,22 | + 9,11 | + 4,59 | + 6,1 | +12,1 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,28 |
| 8 | 568,65 | + 0,93 | 568,46 | 569,00 | + 8,61 | + 4,19 | + 6,8 | +11,6 | ..... | 2,7. | .... | SO. 1 | 0,82 |
| 9 | 568,49 | + 0,84 | 568,17 | 568,98 | + 7,48 | + 3,16 | + 6,0 | + 9,5 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,68 |
| 10 | 569,44 | + 1,86 | 568,74 | 570,14 | + 6,69 | + 2,48 | + 5,7 | + 9,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,69 |
| 11 | 571,88 | + 4,37 | 569,92 | 573,72 | + 7,11 | + 3,01 | + 3,2 | +10,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,02 |
| 12 | 575,58 | + 8,14 | 574,13 | 576,45 | +10,96 | + 6,97 | + 8,3 | +14,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,03 |
| 13 | 575,91 | + 8,54 | 575,86 | 576,24 | +11,28 | + 7,40 | + 8,7 | +14,8 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,00 |
| 14 | 572,04 | + 4,74 | 570,84 | 573,49 | + 8,79 | + 5,03 | + 7,2 | +11,5 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,04 |
| 15 | 568,96 | + 1,74 | 568,48 | 569,52 | + 7,26 | + 3,62 | + 5,6 | + 9,7 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,38 |
| 16 | 567,06 | — 0,08 | 566,87 | 567,37 | + 5,40 | + 1,88 | + 4,3 | + 8,0 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,46 |
| 17 | 566,68 | — 0,38 | 565,98 | 567,49 | + 7,86 | + 4,46 | + 3,6 | +11,1 | ..... | ..... | .... | variable | 0,60 |
| 18 | 566,79 | — 0,19 | 566,51 | 567,36 | + 8,74 | + 5,47 | + 5,8 | +11,1 | ..... | ..... | .... | variable | 0,09 |
| 19 | 563,38 | — 3,52 | 562,91 | 563,96 | + 4,54 | + 1,39 | + 3,2 | + 7,6 | ..... | 17,9. | .... | SO. 1 | 0,87 |
| 20 | 559,32 | — 7,50 | 558,19 | 560,75 | — 0,56 | — 3,58 | — 2,5 | + 2,4 | 50 | 5,6. | .... | NE. 1 | 0,92 |
| 21 | 559,65 | — 7,09 | 558,31 | 560,93 | — 5,67 | — 8,56 | — 6,0 | — 3,5 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,66 |
| 22 | 561,82 | — 4,83 | 561,30 | 562,64 | — 2,25 | — 5,01 | — 5,8 | 0,0 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,14 |
| 23 | 562,40 | — 4,16 | 562,33 | 562,86 | 0,00 | — 2,63 | — 2,3 | + 2,9 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,68 |
| 24 | 562,27 | — 4,21 | 562,04 | 562,54 | + 1,00 | — 1,50 | — 1,0 | + 4,0 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,46 |
| 25 | 562,32 | — 4,08 | 561,95 | 562,94 | + 0,33 | — 2,03 | — 1,0 | + 4,0 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,81 |
| 26 | 564,94 | — 1,37 | 562,84 | 567,41 | — 6,31 | — 8,53 | — 8,2 | — 4,6 | 50 | 5,2. | .... | NE. 1 | 0,88 |
| 27 | 569,81 | + 3,59 | 567,66 | 570,54 | — 0,09 | — 2,17 | — 8,6 | + 4,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,20 |
| 28 | 570,07 | + 3,94 | 569,73 | 570,61 | + 5,57 | — 3,63 | + 3,0 | + 8,8 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,01 |
| 29 | 567.14 | + 1,10 | 566,65 | 568,13 | + 4,41 | — 2,61 | + 1,4 | + 8,2 | ..... | ..... | .... | variable | 0,00 |
| 30 | 566,37 | + 0,42 | 565,54 | 567,36 | + 1,68 | + 0,02 | + 1,0 | + 4,0 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,80 |

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

# MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1872.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 569,65 | 569,95 | 570,13 | 570,11 | 570,01 | 569,95 | 570,16 | 570,42 | 570,62 |
| 2e « | 568,70 | 568,92 | 569,03 | 568,92 | 568,83 | 568,75 | 568,70 | 568,77 | 568,80 |
| 3e « | 564,08 | 564,40 | 564,65 | 564,72 | 564,67 | 564,73 | 564,91 | 565,21 | 565,32 |
| Mois | 567,48 | 567,76 | 567,94 | 567,92 | 567,84 | 567,81 | 567,92 | 568,13 | 568,24 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | + 6,05 | + 8,17 | +10,02 | +11,24 | +11,76 | +11,19 | + 9,84 | + 8,75 | + 8,26 |
| 2e « | + 5,72 | + 7,35 | + 9,15 | + 9,46 | + 9,61 | + 8,39 | + 7,32 | + 6,64 | + 6,27 |
| 3e « | — 2,03 | — 0,53 | + 0,81 | + 2,35 | + 2,42 | + 2,10 | + 0,46 | — 0,30 | — 0,80 |
| Mois | + 3,25 | + 5,00 | + 6,66 | + 7,68 | + 7,93 | + 7,23 | + 5,87 | + 5,03 | + 4,58 |

| | Min. observé.* | Max. observé.* | Clarté moyenne du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Hauteur de la neige tombée. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | mm | mm |
| 1re décade | + 5,86 | +12,00 | 0,35 | 2,7 | — |
| 2e « | + 4,74 | +10,04 | 0,34 | 23,5 | 50 |
| 3e « | — 2,75 | + 2,80 | 0,46 | 5,2 | 50 |
| Mois | + 2,62 | + 8,28 | 0,39 | 31,4 | 100 |

Dans ce mois, l'air a été calme 19,3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,45 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 16,3 sur 100.

* Voir la note du tableau.

# RECUEIL D'EXTRAITS

DU

# TREIZIÈME VOLUME DES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

FAITES

A L'OBSERVATOIRE ROYAL D'ÉDIMBOURG

PAR

**M. C.-PIAZZI SMYTH**

Astronome royal pour l'Écosse

(Un volume in-4°, Édimbourg, 1871).

M. P. Smyth est fils d'un amiral et astronome anglais fort distingué, auquel on doit, entre autres, plusieurs ouvrages précieux pour les amateurs d'observations de nébuleuses et d'étoiles doubles, et qui est mort, dans sa 78me année, le 9 septembre 1865 [1]. L'auteur du volume dont je viens de rapporter le titre est, depuis nombre d'années, directeur de l'observatoire d'Édimbourg, où il a succédé, en 1845, à M. Henderson. Outre les fonctions qu'il y remplit ordinairement, il a accompli deux expéditions scientifiques spéciales. La première a eu lieu, en 1857, sur le pic de Ténériffe, avec un assortiment considérable d'instruments d'astronomie et de physique, dont M. Smyth

[1] Le tome XXVI des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres renferme (pages 121-129) un intéressant compte rendu de la vie et des travaux de l'amiral Smyth.

a tiré un très-bon parti. La seconde a été effectuée en Égypte, de janvier à avril 1865, dans le but principal d'étudier et de mesurer en grand détail, avec des instruments appropriés, les pyramides de Gyzeh, près du Caire, et surtout la plus grande d'entre elles.

M. Smyth a publié, en 1871, le 13me volume des observations astronomiques et météorologiques faites à l'observatoire d'Édimbourg depuis 1860, en y comprenant aussi son étude sur la grande pyramide, et un résumé des observations météorologiques faites en un grand nombre de stations d'Écosse. Ce volume a environ 1150 pages in-4° et est accompagné de 56 planches. L'extrait qui en a paru la même année, et qui ne renferme pas les mêmes détails sur les observations astronomiques faites à Édimbourg, forme un volume in-4° d'environ 280 pages, accompagné de 40 planches. Il se compose de six sections, que je vais passer successivement en revue.

*Travaux astronomiques à l'observatoire d'Édimbourg.*

La première section de ce volume comprend les catalogues des positions moyennes d'étoiles, en ascension droite et en distance polaire, résultant d'observations méridiennes faites avec l'instrument des passages et le cercle-mural, dans chacune des années 1864 à 1869 inclusivement, ces positions, dans chaque catalogue, étant réduites au 1er janvier de l'année à laquelle il se rapporte.

L'observatoire d'Édimbourg, que j'ai visité en 1823, et qui ne paraît pas avoir été dès lors considérablement modifié, est un assez élégant petit bâtiment de style grec, établi sur un roc de trap porphyritique, au haut du coteau de Calton-Hill, situé au nord-est de la ville, entre elle et

le port de Leith, dans une position très-favorable, d'où l'on jouit d'une fort belle vue sur le golfe de Forth et les montagnes de la Haute-Écosse. Sa position géographique est la suivante, d'après une courte notice insérée à la fin du volume et qui en constitue la dernière section.

*Latitude boréale :* 55°57′23″,2 : déterminée par des observations faites avec un cercle-mural de 6 pieds de diamètre.

*Longitude* en temps, à l'ouest de Greenwich. $12^m 43^s 05$ : conclue d'observations de passages d'étoiles, à travers une lunette méridienne de 8 pieds de longueur focale, faites à Édimbourg de concert avec celles de Greenwich, et transmises par voie télégraphique.

*Altitude* du sol de l'observatoire : 348,6 pieds anglais au-dessus du niveau moyen de la mer, dans le Firth of Forth, près de Leith.

La déclinaison occidentale de l'aiguille aimantée y était d'environ 22°46′ en octobre 1871.

Le personnel de l'observatoire se compose d'un directeur, professant l'astronomie dans l'université, et de deux adjoints ; mais le bâtiment ne contient pas de logement pour l'astronome.

Les catalogues que je viens de mentionner donnent en totalité les positions d'environ 11000 étoiles en ascension droite et 6000 en distance polaire.

L'observatoire doit être bientôt pourvu d'un équatorial à réflexion, construit par M. Howard Grubb de Dublin, ayant une grande ouverture et une courte distance focale.

### *Études sur la grande pyramide d'Égypte.*

La seconde section du volume contient, en 118 pages :

1° l'énumération successive et tous les détails des mesures linéaires, géométriques et astronomiques effectuées par M. Smyth sur cette grande pyramide, ainsi que les observations de température qu'il y a faites; 2° la mesure et les photographies des huit autres pyramides du coteau de Gyseh, près du Caire, qu'il écrit *Jeezeh*, et des notices sur divers travaux antérieurs relatifs à la grande pyramide; 3° des directions pour déterminer ses anciennes dimensions, d'après les mesures modernes. Les planches relatives à cette seconde section sont au nombre de 36.

Ces indications donnent déjà un aperçu de l'énorme travail accompli par M. Smyth sur ce grand monument de l'antiquité la plus reculée, et je ne pourrais entrer ici dans le détail des mesures et de la description qu'il en donne. L'auteur avait publié, en 1867, un ouvrage spécial sur ce sujet, en 3 volumes, ayant pour titre: *Life and Work at the great Pyramid;* et il a paru aussi un mémoire sur le même sujet, dans les numéros de janvier et d'avril 1871 du *Quarterly Journal of Science*, publié à Londres sous la direction de M. William Crookes.

Voici les conclusions scientifiques principales qu'on peut, ce me semble, tirer de cette étude approfondie et consciencieuse, d'après le volume que j'analyse et le mémoire que je viens de citer.

La grande pyramide a été établie sur le roc, au haut d'un petit coteau, à la latitude boréale de 29°59′. Elle est à base quadrangulaire; la moyenne de chacun des quatre côtés de cette base avait une longueur d'environ 9160 pouces anglais, soit 232 mètres; mais cette longueur n'est plus maintenant que de 8950 pouces.

La hauteur verticale de la pyramide devait être d'environ 5825 pouces, soit 148 mètres; c'est-à-dire un peu

plus grande que celle de la flèche de la cathédrale de Strasbourg (l'édifice le plus élevé de l'ère chrétienne) qui est de 142 mètres.

L'angle que chacune des faces de la grande pyramide fait avec le plan de l'horizon est de 51°51′.

Toutes les pyramides ont un passage descendant, à partir de l'entrée, jusqu'à une chambre où se trouve un monument tumulaire. La grande est la seule où il y ait de plus un passage montant, et d'autres chambres dans la partie supérieure du monument, qui ont été reconnus et décrits par M. Smyth. Ces parties intérieures et creuses ont leur entourage de granit, tandis que toute la maçonnerie extérieure est de pierre calcaire nummulitique, qui résiste encore mieux que le granit aux effets destructeurs du soleil et de l'air atmosphérique.

M. Smyth a remarqué que la grande pyramide se trouve placée au centre de toute la surface terrestre de notre globe. Il s'est occupé des relations que ses dimensions pouvaient avoir avec certains éléments astronomiques. M. W. Petrie avait déjà reconnu qu'en prenant pour rayon la hauteur verticale de la pyramide, et la multipliant par le chiffre 10 élevé à la neuvième puissance, on obtenait la valeur approximative de la moyenne distance du Soleil à la Terre. D'après M. John Taylor, cette même hauteur verticale serait le rayon d'un cercle, dont la circonférence serait représentée par la longueur des quatre côtés de la base.

Il existe dans la chambre de la pyramide, dite de la Reine, un massif remarquable d'architecture, dont la longueur, de 25,025 pouces anglais, est exactement, d'après le célèbre Newton, celle de la coudée sacrée, placée par Moïse devant les enfants d'Israël. Or, en divisant la lon-

gueur primitive d'un côté de la pyramide par cette coudée, on obtient le nombre des jours de l'année.

Il y a environ cinquante ans que des officiers de marine, en descendant de nuit dans l'unique passage d'entrée existant au nord de la pyramide, presque dans le plan du méridien (son azimut étant de 5′ vers l'ouest), y aperçurent l'étoile polaire, en se retournant du côté de l'entrée du dit passage, incliné à l'horizon de 26°27′. A l'époque présumée de la construction de la pyramide, il y a environ 4000 ans, α de la petite Ourse n'était pas très-rapprochée du pôle nord, mais α du Dragon n'en était distante alors que de 3°42′. En prenant cette étoile à son passage inférieur au méridien de la pyramide, cela correspondrait à l'an 2170 avant l'ère chrétienne, tandis que s'il s'agissait du passage supérieur, cela tomberait vers l'an 3400 avant notre ère.

M. Smyth a constaté qu'à la première époque, le groupe des Pléiades passait au méridien, le 22 septembre à minuit, en même temps que α du Dragon. Il est disposé à admettre que la grande pyramide a été édifiée il y a environ 4040 ans.

Il évalue son poids total à environ 5,273,000 tonnes ; et ce poids est à celui de notre globe terrestre, comme 1 est à 10 élevé à la 15$^{me}$ puissance.

Il existe dans la dernière chambre de la grande pyramide, dite chambre du Roi, revêtue en granit, une espèce de coffre rectangulaire de granit rouge, dont le contenu correspond, d'après John Taylor, à la mesure *laver* ou *chomer* des Hébreux, et dont la hauteur est à la longueur des deux côtés de la base comme 1 est à 3,141, c'est-à-dire dans le rapport du diamètre à la circonférence du cercle. Les Égyptologues ont regardé ce coffre comme

étant le sarcophage du roi Chéops : mais pourquoi ne s'y trouve-t-il alors aucune sculpture, peinture ou écriture, exposant le nom, les titres et la gloire du défunt, comme cela a lieu généralement pour les sarcophages égyptiens de grands personnages ? M. Smyth a constaté que ce coffre avait précisément la même contenance cubique que l'*arche d'alliance* de Moïse. Il croit que l'architecte primitif de la pyramide a eu des connaissances spéciales, en rapport avec une révélation, et qui ont précédé l'invasion de l'idolatrie en Égypte.

Je dois me borner à cette courte exposition du travail considérable de M. Smyth sur la grande pyramide, et des intéressantes déductions qu'il en a tirées, ne me sentant, d'ailleurs, point qualifié pour les discuter et les juger.

### *Observations météorologiques en Égypte.*

M. Smyth avait apporté un baromètre arénoïde de T. Cooke et fils, bien comparé, et divers thermomètres de Casella et de Ayrstron-Fastré. Sa station était une ancienne tombe, creusée sur le flanc nord-est du coteau des pyramides, à environ 133 pieds anglais au-dessus du niveau de la mer, par 29°58′45″ de latitude boréale, et environ $2^h5^m$ de longitude en temps à l'est de Greenwich.

Le journal météorologique des observations faites dans cette station, du 14 janvier au 28 avril 1865, comprend celles du baromètre, des thermomètres à boule sèche *maximum* et *minimum*, et de celui à boule humide, de l'état du ciel et du vent, pendant un assez grand nombre d'heures de chaque journée, ordinairement depuis 6 ou 7 heures du matin jusqu'à 9 heures du soir.

M. Smyth en a déduit les valeurs moyennes suivantes, de la marche des instruments dans les 24 heures, en

ayant évalué par interpolation celles du milieu de la nuit, et en les comparant à celles observées en Écosse à la même époque.

| | Pouces anglais |
|---|---|
| Hauteur moyenne du baromètre . . . . . . | 30,18 |
| » *maximum*, de 7 à 10 h. du matin. | 30,23 |
| » *minimum*, de 3 à 5 h. du soir. . . | 30,11 |
| » *maximum*, de 9 à 11 h. du soir. . | 30,19 |

La hauteur barométrique absolue n'est qu'approximative. La plus grande a été de $30^p,5$ en avril, et la plus petite de $29^p,69$ en février.

Pendant la même période de temps, la moyenne des observations faites en Écosse dans 55 stations, à la latitude moyenne de 56°30′, a donné pour le *maximum* de hauteur barométrique réduite au niveau de la mer $30^p,66$ en février, et le *minimum* $28^p,55$ en janvier.

La moyenne des températures observées sur le coteau des pyramides, de janvier à avril 1865, a été de 63°,4 de l'échelle Fahrenheit, soit de 17°,4 centigrades. Le *maximum* a été de 21°.4 centigrades à 3 heures de l'après-midi, et le *minimum* de 12°,9 à 5 heures du matin.

Dans le même intervalle de temps, la température moyenne des stations écossaises n'a été que de + 2° cent.: le *maximum* absolu a été de 25° et le *minimum* de — 20°.

Dix observations de la température des puits faites au Caire par M. Smyth, en décembre et janvier 1865, lui ont donné pour résultat 69°,9 F. soit 21° C. Cinq années d'observations à l'air libre, faites dans la même ville par un savant autrichien, donnent la même valeur à un 20$^{me}$ de degré près. Treize observations de la température des puits voisins des pyramides ont donné à M. Smyth pour

résultat 20°,3. Il paraîtrait donc que la partie cultivée et habitée de la vallée du Nil, près du Caire, est un peu plus chaude que le désert de Lybie environnant. Les mois d'hiver ont cependant, près des pyramides, une température plus élevée, mais elle doit être moindre en été. Celle de juillet au Caire est de 28°,7.

Quant à l'humidité relative, en désignant par 100 le point de saturation de l'air, elle a été, en moyenne, de 54 dans les quatre mois d'observations près des pyramides : son *maximum* étant de 65 vers 5 heures du matin, et son *minimum* de 41 entre 3 et 5 heures de l'après-midi. La plus grande, dans toute la période, a été de 92 en janvier, et la plus petite de 12 en mars.

L'humidité moyenne en Écosse, dans le même intervalle de temps a été de 86 : sa valeur a été de 84 dans les quatre mois les plus chauds de la même année, par une température moyenne de 14°,1 C.

La pluie a été presque nulle en Egypte pendant le séjour de M. Smyth : il n'en est tombé que quelques gouttes en un seul jour de chacun des trois premiers mois d'observations, tandis qu'on en a mesuré 9,63 pouces en Écosse dans les quatre mois.

Le plus fort orage que M. Smyth ait observé aux pyramides a été celui du 3 février, pendant lequel il n'y est pas tombé une goutte de pluie (tandis qu'il y en a eu, du 3 au 4, plus de 2 pouces à Jérusalem, d'après le Dr Chaplin), mais il y a eu une baisse successive du baromètre de près d'un demi-pouce en quatre jours, suivie d'une hausse à peu près égale et de même durée. Le ciel était couvert, et il régnait un vent du sud, du sud-ouest, puis de l'ouest, obscurcissant l'air par le sable qu'il entraînait avec lui. Le centre de la dépression barométrique a eu

lieu probablement à l'est de la Sicile, et l'orage s'est propagé à l'est avec une vitesse d'environ 40 milles anglais à l'heure.

L'effet calorifique d'un soleil presque constant pendant le jour en Égypte est très-considérable dans certaines localités peu exposées au vent, mais il l'est beaucoup moins dans le désert en rase campagne, et M. Smyth a trouvé alors quelquefois, à cause du vent, peu de différence entre la température au soleil et celle à l'ombre.

*Observations spectroscopiques.*

La 3[me] section du volume qui nous occupe contient un petit mémoire de M. Smyth sur quelques observations spectroscopiques, relatives à la lumière zodiacale, à l'aurore boréale, au crépuscule, à la couronne dans les éclipses totales de soleil et aux flammes de diverses substances chimiques. Il y estimait déjà que le spectre de la lumière zodiacale n'est pas le même que celui de l'aurore boréale, contrairement à ce qui avait été avancé par quelques autres observateurs; mais il pensait que de nouvelles observations étaient nécessaires pour décider la question. Un séjour qu'il a fait à Palerme le printemps dernier lui en a fourni une occasion favorable. Il a observé, en avril 1872, la lumière zodiacale avec un spectroscope, à l'observatoire de cette ville, de concert avec MM. les astronomes Cacciatore et Tacchini, et a adressé les résultats des ses observations à la Société astronomique de Londres, dans un petit mémoire, publié dans le numéro de juin 1872 des *Monthly Notices* de cette société, et accompagné d'une planche. M. Smyth a constaté ainsi que la lumière zodiacale présente, à travers le spectroscope, un très-faible disque continu, ce qui indique une origine solaire et cos-

mique, tandis que l'aurore boréale a un spectre monochromatique. La phosphorescence en mer lui a présenté un court spectre continu, plus réfrangible que celui de la lumière zodiacale.

*Météorologie écossaise.*

Il y a déjà longtemps qu'on fait en Écosse des observations météorologiques, mais c'est seulement depuis 1856 qu'il s'y est fondé une société spéciale pour ce genre d'observations, présidée par le marquis de Tweeddale, et dont le premier secrétaire, le Dr James Stark, en organisa dans 53 stations, où elles se faisaient à 9 heures du matin et à 9 heures du soir. En septembre 1858, le gouvernement britannique demanda à l'astronome royal d'Écosse de se charger de déduire de ces observations leurs résultats, pour chacune de ces stations, ainsi que pour leur ensemble, et de les publier dans le *Registrar-general* des naissances, des morts et des mariages en Écosse, comme cela se fait depuis longtemps à l'observatoire de Greenwich pour l'Angleterre. Ce travail considérable, comprenant, chaque année, un dépouillement de plus de 41000 observations, a été exécuté dès lors par M. Smyth et par ses deux adjoints. Les éléments météorologiques relatifs à six villes d'Écosse ont paru chaque mois dans le *Registrar*, et ceux relatifs à 56 stations de ville et de campagne y ont été publiés tous les trois mois.

La partie du *Pamphlet* qui s'y rapporte contient d'abord l'énumération des stations et des observateurs, soit en décembre 1858, soit en juin 1871. On y trouve relatées la hauteur, la latitude et la longitude de chaque station, depuis les îles Shetland, par 60° de latitude, jusqu'au midi de l'Écosse par 55°, et il y a des observateurs de posi-

tions sociales diverses, depuis les officiers et les ingénieurs, jusqu'aux maîtres d'écoles et aux jardiniers. On y trouve ensuite des tableaux des résultats moyens des observations, par mois et par années successives, de 1856 à 1871, soit pour les stations des villes, soit pour l'ensemble des 55 stations. Je vais extraire quelques données numériques d'un tableau final, contenant un résumé mensuel et annuel des éléments météorologiques de l'Écosse, résultant de plus de 7 millions d'observations, comprises entre 1856 et 1870.

1° *Pression barométrique*, en pouces anglais, réduite au niveau de la mer :

Moyenne annuelle. . . . . . . . . . 29p,846
*Maximum* mensuel moyen en mai. . 29,918
*Minimum* mensuel moyen en janvier. 29,723
Amplitude mensuelle moyenne . . . 1,278

2° *Températures*, réduites en degrés centigrades:

*a*) Observations à l'ombre:

Moyenne annuelle. . . . . . . . 8°,0
*Maximum* moyen en juillet . . 14,05
*Minimum* moyen en janvier. . . 2,72
Amplitude diurne moyenne . . . 6,78
» *maximum* en mai. . . 8,4
» *minimum* en janvier . 4,8

*b*) Thermomètre à boule noire exposé au soleil:

Moyenne annuelle . . . . . . . . 11°,55
*Maximum* moyen en juillet. . . 19,66
*Minimum* moyen en janvier. . . 3,89
*Maximum* absolu en juillet . . . 32,22
Amplitude diurne moyenne . . . 19,3
» *maximum* en juin. . . 25,4
» *minimum* en décembre. 10,55

3° *Humidité* moyenne . . . . . . . . 85°
*Maximum* moyen en décembre . 89
*Minimum* moyen en mai . . . . 80

4° La quantité moyenne annuelle d'eau de pluie et de neige est de 37,96 pouces anglais, qui tombent en 175 jours.

La moyenne mensuelle est de 3p,15 tombant en 15 jours:
Le *maximum* mensuel est en déc. de 4p,15 en 16 »
Le *minimum* mensuel est en mai de 2,23 en 13 »

On a tenu compte, dans les observations écossaises, du nombre d'heures où le soleil a lui sans nuages dans chaque mois. Ce nombre est en moyenne de 141 heures: il est de 223 heures en juin, et de 61 heures en décembre.

On a évalué aussi la partie du ciel couverte de nuages. En désignant par 10 un ciel tout couvert, la moyenne mensuelle est de 6,4. Cet élément varie seulement entre 6,2 en avril et juin, et 6,7 en décembre et janvier.

*Grand orage d'octobre 1860.*

Un terrible orage a eu lieu le 3 octobre 1860 dans le nord de l'Écosse, de grand matin, pendant quelques heures, et y a causé de fort grands ravages, soit sur terre, soit sur mer, et, en particulier, la perte totale, avec tout son équipage et ses passagers, d'un superbe bateau à vapeur faisant le trajet d'Édimbourg à Cronstadt. M. Smyth ayant reçu de divers côtés la demande d'un compte rendu sur cet ouragan, d'une violence si rare dans ces parages, a exécuté un long travail d'enquête scientifique sur ce sujet, et en a exposé les détails et les conclusions dans un mémoire, qui forme la 5me section du texte du volume que j'analyse ici.

D'après les documents très-nombreux recueillis par M. Smyth, on peut assimiler cet orage à un cyclone, partant du nord-ouest, et se dirigeant à l'est et au nord-est, dans une étendue de près de 700 milles, avec un violent mugissement, et avec une vitesse d'environ 40 milles nautiques par heure, au point de sa plus grande force.

On voit par l'analyse précédente, que le volume récemment publié par M. Piazzi Smyth est très-varié dans les sujets qui y sont traités. Il est le résultat de travaux considérables, dont on est heureux de voir les matériaux ainsi recueillis, dans une collection scientifique à la portée des astronomes, des antiquaires et des physiciens.

Alfred GAUTIER.

# DÉTERMINATION

## DES POIDS SPÉCIFIQUES ET DES VOLUMES MOLÉCULAIRES

### DE DIVERS SELS

PAR

**M. H. TOPSOE**

| | Système cristallin | Poids spécifique | Poids moléculaire | Vol. moléculaire |
|---|---|---|---|---|
| $SiFl^4.2AmFl$ . . . . . . . | Régulier | 1,970 | 178 | 90,0 |
| $SnFl^4.2AmFl$ *. . . . . . | Hexagonal | 2,887 | 268 | 92,8 |
| $ZrFl^4,2KFl$ . . . . . . . . | Rhombique | 3,582 | 282 | 78,7 |
| $PdCl^4.2AmCl$ . . . . . . | Régulier | 2,418 | 355,6 | 147,1 |
| $PdCl^4.2KCl$ ** . . . . . . | » | 2,739 | 397,8 | 145,3 |
| $PtCl^4.2AmCl$ . . . . . . . | » | 3,065 | 446,4 | 145,6 |
| $SnBr^4.2AmBr$ . . . . . . | » | 3,505 | 634 | 180,9 |
| $SnBr^4.2KBr$ . . . . . . . | » | 3,783 | 676,2 | 178,7 |
| $PtBr^4.2AmBr$ . . . . . . | » | 4,200 | 713,4 | 169,9 |
| $PtBr^4.2KBr$ . . . . . . . | » | 4,541 | 755,6 | 166,4 |
| $PtJ^4.2AmJ$ . . . . . . . . | » | 4,610 | 995,4 | 216,0 |
| $PtJ^4.2KJ$ . . . . . . . . . | » | 5,031 | 1037,6 | 206,2 |
| $PtBr^4.PbBr^2$ . . . . . . . | ? | 6,025 | 884,4 | 146,8 |
| $TaFl^5.2KFl$ *. . . . . . . | Rhombique | 4,056 | 393,2 | 96,9 |
| $NbOFl^3,2KFl+H^2O$ * . . | Monoclinoédrique | 2,813 | 301,2 | 107,1 |
| $TiFl^4,2KFl+H^2O$ * . . . | » | 2,992 | 260,2 | 87,0 |
| $SnFl^4.2KFl+H^2O$ * . . . | Rhombique | 3,053 | 328,2 | 107,5 |

* Les observations marquées de ce signe ont été faites sur des sels que je dois à la bienveillance de M. Marignac.

** Les valeurs citées ci-dessus sont obtenues avec le sel précipité ; des cristaux obtenus par solution du précipité m'ont donné la valeur 2,806.

| | Système cristallin | Poids spécifique | Poids moléculaire | Vol. moléculaire |
|---|---|---|---|---|
| $SiFl^4.2LiFl^2+2H^2O$ . . . | Monoclinoédrique | 2,244 | 192 | 85,6 |
| $SiFl^4,CaFl^2+2H^2O$ . . . | » | 2,254 | 218 | 96,7 |
| $PtCl^4,PbCl^2+3H^2O$ . . . | ? | 3,681 | 671,4 | 182,4 |
| $PtCl^4,BaCl^2+4H^2O$ . . . | Monoclinoédrique | 2,868 | 619,4 | 216,0 |
| $SiFl^4,CuFl^2+4H^2O$ . . . | » | 2,535 | 277,4 | 109,4 |
| $TiFl^4,CuFl^2+4H^2O$ * . . | » | 2,529 | 299,4 | 118,4 |
| $NbOFl^3,CuFl^2+4H^2O$ * . | » | 2.750 | 340,4 | 123,8 |
| $PtCl^4,2NaCl+6H^2O$ . . . | Triclinoédrique | 2,500 | 564,4 | 226,0 |
| $PtBr^4,2NaBr+6H^2O$ . . | » | 3,323 | 831,4 | 250,2 |
| $PtJ^4,2NaJ+6H^2O$ . . . . | ? | 3,707 | 1113,4 | 300,4 |
| $SiFl^4,MgFl^2+6H^2O$ . . . | Hexagonal | 1,761 | 274 | 155,6 |
| $SiFl^4,MnFl^2+6H^2O$ . . . | » | 1,858 | 305,0 | 164,6 |
| $SiFl^4,NiFl^2+6H^2O$. . . | » | 2,109 | 308,8 | 146,4 |
| $SiFl^4,CoFl^2+6H^2O$ . . . | » | 2,067 | 308,8 | 149,2 |
| $SiFl^4,CuFl^2+6H^2O$ . . . | » | 2,207 | 313,4 | 143,4 |
| $SiFl^4,ZnFl^2+6H^2O$ . . . | » | 2,104 | 315,2 | 149,5 |
| $ZrFl^4,NiFl^2+6H^2O$ *. . . | » | 2,227 | 370,4 | 166,3 |
| $ZrFl^4,ZnFl^2+6H^2O$ *. . . | » | 2,255 | 376,8 | 167,1 |
| $SnFl^4,MnFl^2+6H^2O$ *. . | » | 2,307 | 395 | 171,2 |
| $SnFl^4,CoFl^2+6H^2O$ * . . | » | 2,604 | 452 | 173,6 |
| $PdCl^4MgCl^2+6H^2O$ . . . | » | 2,124 | 451,5 | 212,5 |
| $PdCl^4,NiCl^2+6H^2O$ . . . | » | 2,353 | 486,4 | 207,3 |
| $PdCl^4.ZnCl^2+6H^2O$ . . . | » | 2,359 | 492,8 | 208,9 |
| $PtCl^4,MgCl^2+6H^2O$ . . . | » | 2,437 | 542,4 | 222,5 |
| $PtCl^4,MnCl^2+6H^2O$ . . . | » | 2,692 | 573,4 | 213,0 |
| $PtCl^4,FeCl^2+6H^2O$ . . . | » | 2,714 | 574,4 | 211,3 |
| $PtCl^4,NiCl^2+6H^2O$. . . | » | 2,798 | 577,2 | 206,3 |
| $PtCl^4,CuCl^2+6H^2O$ . . . | » | 2,734 | 581,8 | 212,8 |
| $PtCl^4,CdCl^2+6H^2O$ . . . | » | 2,882 | 630,4 | 218,7 |

* Cristaux préparés par M. Marignac.

| | Système cristallin | Poids spécifique | Poids moléculaire | Vol. moléculaire |
|---|---|---|---|---|
| $PtBr^4,NiBr^2+6H^2O$ . . . | Hexagonal | 3.715 | 844.2 | 227.2 |
| $PtJ^4,NiJ^2+6H^2O$ . . . . . | » | 3,976 | 1126,2 | 283.2 |
| $PtJ^4,MgJ^2+9H^2O$ . . . . | » | 3,458 | 1045,4 | 302,3 |
| $PtJ^4,MnJ^2+9H^2O$ . . . . | » | 3,604 | 1176,4 | 326,4 |
| $PtJ^4,FeJ^2+9H^2O$. . . . . | » | 3,455 ? | 1177,4 | 340.8 |
| $PtJ^4,NiJ^2+9H^2O$. . . . . | » | 3,549 | 1180,2 | 332,5 |
| $PtJ^4.CoJ^2+9H^2O$. . . . . | » | 3.618 | 1180.2 | 326.2 |
| $PtJ^4,ZnJ^2+9H^2O$. . . . . | » | 3,689 | 1186,2 | 321,7 |
| $PtBr^4.SrBr^2+10H^2O$ . . | ? | 2,923 | 944,7 | 323,2 |
| $PtBr^4.BaBr^2+10H^2O$ . . | ? | 3,713 | 994.4 | 267.8 |
| $PtCl^4.MgCl^2+12H^2O$ . . | Hexagonal | 2.060 | 650.4 | 315,3 |
| $PtCl^4.MnCl^2+12H^2O$ . . | » | 2.112 | 681.4 | 322.6 |
| $PtBr^4.MgBr^2+12H^2O$ . . | » | 2.802 | 917.4 | 327,4 |
| $PtBr^4.MnBr^2+12H^2O$ . . | » | 2.759 | 948.4 | 343.7 |
| $PtBr^4.CoBr^2+12H^2O$ . . | » | 2.762 | 952.2 | 344,6 |
| $PtBr^4.ZnBr^2+12H^2O$ . . | » | 2.877 | 958.2 | 333,4 |
| $PtBr^4,CoBr^2+12H^2O$ . . | ? | 2.634 | 933,4 | 354.4 |
| $PtJ^4.CoJ^2+12H^2O$ . . . . | Hexagonal | 3.048 | 1245,4 | 408.1 |
| $MnK^3Cy^6$. . . . . . . . . | Monoclinoédrique | 1.821 | 328.3 | 180.3 |
| $CoK^3Cy^6$ . . . . . . . . | » | 1.913 | 332,3 | 173.7 |
| $FeAm^4Cy^6.2AmCl+3H^2O$ | Hexagonal | 1.490 | 445.0 | 298.6 |
| $(\frac{1}{2}Ba\frac{1}{2}Cd)Cl^2+2H^2O$. . . | Triclinoédrique | 2.968 | 231.5 | 78.0 |
| $(\frac{1}{2}Ba\frac{1}{2}Cd)Br^2+2H^2O$ . . | » | 3,687 | 320,5 | 86,9 |
| $NiBr^2.6NH^3$ . . . . . . . | Régulier | 1,837 | 320,8 | 174,6 |
| $NiJ^2,6NH^3$ . . . . . . . . | » | 2,101 | 414,4 | 197,1 |
| $CdCl^2.2NH^3$ . . . . . . . | Régulier | 2,632 | 217 | 82,5 |
| $CdBr^2,2NH^3$ . . . . . . . | » | 3,366 | 306 | 90,9 |
| $SeO^3H^2$. . . . . . . . . . | Monoclinoédrique (?) | 3.123 | 129 | 41,3 |

| | Système cristallin | Poids spécifique | Poids moléculaire | Vol. moléculaire |
|---|---|---|---|---|
| $Na^2SeO^4$ . . . . . . . . . | Rhombique | 3,098 | 189,4 | 61,1 |
| $\frac{3}{2}K\frac{1}{2}NaSeO^4$ . . . . . . . | Hexagonal | 3,095 | 213,5 | 69,0 |
| $AmHSeO^4$ . . . . . . . . . | Rhombique | 2.409 | 162,4 | 67,4 |
| $Am^2SeO^4$. . . . . . . . . | Monoclinoédrique | 2,162 | 179,4 | 83,0 |
| $K^2SeO^4$. . . . . . . . . . | Rhombique | 3,050 | 221,6 | 72,6 |
| $Li^2SeO^4+H^2O$ . . . . . . | Monoclinoédrique | 2,439 | 175,4 | 71,9 |
| $CaSeO^4+2H^2O$ . . . . . | Monoclinoédrique | 2.676 | 219.4 | 82.0 |
| $MnSeO^4+2H^2O$ . . . . . | Rhombique | 2,949 | 234,4 | 79,5 |
| $CdSeO^4+2H^2O$ . . . . . | » | 3,632 | 291,4 | 80,2 |
| $MnSeO^4+5H^2O$ . . . . . | Triclinoédrique | 2,334 | 288,4 | 123,6 |
| $CoSeO^4+5H^2O$ . . . . . | » | 2,512 | 292,2 | 116,3 |
| $CuSeO^4+5H^2O$ . . . . . | » | 2,559 | 296,8 | 116,0 |
| $ZnSeO^4+5H^2O$ . . . . . | » | 2,591 | 298,6 | 115,3 |
| $MgSeO^4+6H^2O$ . . . . . | Monoclinoédrique | 1,928 | 275,4 | 142,8 |
| $CoSeO^4+6H^2O$ . . . . . | » | 2,179 | 310,2 | 142,6 |
| $NiSO^4+6H^2O$ . . . . . . | » | 2,042 | 262,8 | 128,7 |
| $NiSO^4+6H^2O$ . . . . . . | Tetragonal | 2,074 | 262,8 | 126,7 |
| $NiSeO^4+6H^2O$. . . . . . | » | 2,314 | 310,2 | 134,1 |
| $ZnSeO^4+6H^2O$ . . . . . | » | 2,325 | 316,6 | 136,2 |
| $FeSeO^4+7H^2O$ . . . . . | Monoclinoédrique | 2,073 | 325,4 | 157,0 |
| $CoSeO^4+7H^2O$ . . . . . | » | 2,135 | 328,2 | 153,7 |
| $BeSO^4+4H^2O$ . . . . . . | Tetragonal | 1,725 | 177,4 | 102,8 |
| $BeSeO^4+4H^2O$ . . . . . | Rhombique | 2,029 | 224,4 | 110,6 |
| $MnSO^4+4H^2O$. . . . . . | Monoclinoédrique | 2,261 | 223 | 98,6 |
| $Na^2SeO^4+10H^2O$ . . . . | Monoclinoédrique | 1,584 | 369,4 | 232,4 |
| $Ag^2SeO^4+4NH^3$. . . . . | | 2,854 | 427,4 | 149,8 |
| $Ag^2CrO^4,4NH^3$. . . . . . | | 2,717 | 400,2 | 147,3 |

| | Système cristallin | Poids spécifique | Poids moléculaire | Vol. moléculaire |
|---|---|---|---|---|
| $MnSeO^4.K^2SeO^4+2H^2O$ | Triclinoédrique | 3,070 | 456,0 | 148.5 |
| $ZnSeO^4,K^2SeO^4+2H^2O$ | » | 3,210 | 466,2 | 145,1 |
| $CdSeO^4,Am^2SeO^4+2H^2O$ | — | 2,897 | 470.8 | 162,5 |
| $CdSeO^4,K^2SeO^4+2H^2O$ | » | 3.376 | 513,0 | 152,0 |
| $MgSeO^4,Am^2SeO^4+6H^2O$ | Monoclinoédrique | 2.035 | 454.8 | 223,5 |
| $MnSeO^4.Am^2SeO^4+6H^2O$ | — | 2.093 | 485.8 | 232,1 |
| $FeSeO^4,Am^2SeO^4+6H^2O$ | — | 2.160 | 486.8 | 223.4 |
| $NiSeO^4.Am^2SeO^4+6H^2O$ | — | 2.228 | 489.6 | 219,7 |
| $CoSeO^4.Am^2SeO^4+6H^2O$ | — | 2.212 | 489.6 | 221,3 |
| $CuSeO^4.Am^2SeO^4+6H^2O$ | — | 2.221 | 494.2 | 222,5 |
| $ZnSeO^4.Am^2SeO^4+6H^2O$ | — | 2.200 | 496.0 | 225,5 |
| $CdSeO^4,Am^2SeO^4+6H^2O$ | » | 2,307 | 542,8 | 235,3 |
| $MgSeO^4,K^2SeO^4+6H^2O$ | » | 2,336 | 497,0 | 212,3 |
| $NiSeO^4.K^2SeO^4+6H^2O$ | » | 2,539 | 531,8 | 209.5 |
| $CoSeO^4,K^2SeO^4+6H^2O$ | » | 2,514 | 531.8 | 211,5 |
| $CuSeO^4,K^2SeO^4+6H^2O$ | » | 2,527 | 536,4 | 212,3 |
| $ZnSeO^4,K^2SeO^4+6H^2O$ | » | 2,538 | 538,2 | 212,0 |
| $Fe^23SO^4.K^2SO^4+24H^2O$ | Régulier | 1.831 | 1006,2 | 549,6 |
| $Fe^23SO^4.Am^2SO^4+24H^2O$ | » | 1,719 | 964 | 560,8 |
| $K^2S^2O^6$ | Hexagonal | 2,277 | 238,2 | 104,6 |
| $Am^2S^2O^6$ | ? | 1.704 | 196 | 115,0 |
| $Na^2S^2O^6+2H^2O$ | Rhombique | 2,189 | 242 | 110,6 |
| $Li^2S^2O^6+2H^2O$ | » | 2,158 | 210 | 97,3 |
| $Ag^2S^2O^6+2H^2O$ | » | 3,605 | 412 | 114,3 |
| $CaS^2O^6+4H^2O$ | Hexagonal | 2.180 | 272 | 124.7 |
| $SrS^2O^6+4H^2O$ | | 2.373 | 319,6 | 134.7 |
| $PbS^2O^6+4H^2O$ | | 3.245 | 439 | 135,3 |
| $BaS^2O^6+4H^2O$ | Monoclinoédrique | 3.142 | 369 | 117.7 |
| $MgS^2O^6+6H^2O$ | Triclinoédrique | 1.666 | 292 | 175,3 |
| $MnS^2O^6+6N^2O$ | » | 1,757 | 323 | 179,7 |
| $NiS^2O^6+6H^2O$ | » | 1,908 | 327 | 171,4 |
| $ZnS^2O^6+6H^2O$ | » | 1,915 | 333 | 173,9 |

| | Système cristallin | Poids spécifique | Poids moléculaire | Vol. moléculaire |
|---|---|---|---|---|
| $CdS^2O^6+6H^2O$ . . . . . | Triclinoédrique | 2.272 | 380 | 167,2 |
| $FeS^2O^6+7H^2O$. . . . . . | » | 1,875 | 342 | 182,4 |
| $CoS^2O^6+8H^2O$. . . . . . | » | 1,815 | 363 | 200 |
| $KBrO^3$ . . . . . . . . . . | Hexagonal | 3,218 | 167,5 | 52,1 |
| $AgClO^3$. . . . . . . . . . | Tetragonal | 4,439 | 191,5 | 43,1 |
| $PbCl^2O^6+H^2O$. . . . . . | Monoclinoédrique | 3,989 | 392 | 98,3 |
| $CaBr^2O^6+H^2O$. . . . . . | » | 3,329 | 314 | 94,3 |
| $SrBr^2O^6+H^2O$. . . . . . | » | 3,773 | 361,6 | 95,8 |
| $BaBr^2O^6+H^2O$. . . . . . | » | 3,820 | 411 | 107,6 |
| $PbBr^2O^6+H^2O$. . . . . . | » | 4,950 | 481 | 97,2 |
| $CdBr^2O^6+2H^2O$. . . . . | Rhombique | 3.758 | 404 | 107,5 |
| $Hg^2Cl^2O^7+H^2O$ . . . . . | Rhombique | 5,151 | 601 | 116,7 |
| $Hg^2Br^2O^7+H^2O$ . . . . . | » | 5,815 | 690 | 118,7 |
| $MgBr^2O^6+6H^2O$ . . . . | Régulier | 2.289 | 388 | 169,5 |
| $NiBr^2O^6+6H^2O$ . . . . . | » | 2,575 | 423 | 164,3 |
| $CuBr^2O^6+6H^2O$ . . . . . | » | 2,583 | 427,4 | 165,5 |
| $ZnBr^2O^6+6H^2O$ . . . . . | » | 2,566 | 429 | 167,2 |
| $KH^2AsO^4$ . . . . . . . . . | Tetragonal | 2,862 | 180,1 | 62,9 |
| $AmH^2AsO^4$. . . . . . . . . | » | 2,308 | 159 | 68,9 |
| $2(SbOAmC^4H^4O^6)+H^2O$ | Rhombique | 2.324 | 626 | 269,3 |

SUR LA

# TRANSPARENCE DES IMAGES DOUBLES

PAR

M. JOSEPH LE CONTE

Professeur de Géologie et d'Histoire naturelle à l'Université de Californie.

---

Par suite de je ne sais quelle circonstance, le numéro des *Archives* du mois de janvier contenant la réponse de M. Pictet à mes critiques ne m'est parvenu qu'au mois de juin, d'autres engagements pressants et une absence prolongée de la ville m'avaient empêché jusqu'à présent de m'en occuper. Je n'écris pas du reste ces lignes aujourd'hui pour répondre à M. Pictet. Mes vues ont été déjà suffisamment exposées et les faits qu'il a avancés en dernier lieu n'apportent, à mon avis, aucune lumière nouvelle sur le sujet. Je remarquerai seulement en passant qu'il a tort en supposant [1] que mon interprétation de l'expérience avec la pièce de monnaie provient de ce que j'ai fait l'expérience *sans écran*. J'ai eu toute ma vie l'habitude de faire des observations de ce genre *avec* et *sans écran*. Je n'ai pas négligé néanmoins de répéter toutes ses expériences avant d'écrire ma critique. Il est donc inutile de dire que mes idées n'ont pas changé.

Mon seul but en reprenant cette question est d'expliquer un phénomène mentionné par M. Pictet et qui pourrait sembler à première vue une objection réelle à mes idées sur *la cause de la transparence des images doubles*. J'ai établi dans mon précédent article [2] que si on tient un écran

[1] Voyez *Archives*, tome XLIII, page 73.
[2] Voyez *Archives*, tome XLII, page 404.

*plus grand que l'espace interoculaire* devant les yeux pendant qu'on regarde la paroi, les deux images de l'écran empiéteront l'une sur l'autre formant une portion médiane opaque avec des bords transparents à droite et à gauche: la portion médiane étant opaque parce qu'elle couvre une partie de la paroi qui est cachée aux deux yeux, tandis que les bords sont transparents parce que chacun d'eux couvre une partie de la paroi qui est cachée à un œil seulement, mais pas à l'observateur binoculaire. Maintenant M. Pictet observe avec beaucoup de raison que dans certaines conditions *l'écran tout entier peut paraître transparent,* même s'il est plus large que l'espace interoculaire, et, par conséquent, *même s'il cache aux deux yeux une partie de la paroi.* « Il suffit pour cela de parvenir à faire volontairement diverger les axes optiques. Si on fait diverger de plus en plus les axes optiques, l'écran paraîtra transparent dans son entier au moment où les deux axes optiques arriveront à être tangents aux deux bords opposés de l'écran. » Et je peux ajouter que c'est vrai, que la transparence des images doubles est complète quand, par la *convergence,* les axes optiques deviennent tangents aux bords de l'écran.

Ces faits m'étaient bien connus. Je ne les avais pas mentionnés parce que les phénomènes de la vision binoculaire sont si difficiles à expliquer aux personnes qui n'ont pas la pratique d'expériences de ce genre qu'il vaut mieux en démontrer les principes au moyen d'exemples simples. Quand on regarde la paroi, l'écran seul est doublé : *on voit la paroi unique et dans sa vraie position.* Mais quand on fait diverger ou converger les axes optiques, le résultat est compliqué par le fait *que, non-seulement les images de l'écran, mais aussi celles*

*de la paroi, changent de place et se doublent.* De cette manière *l'image de l'œil droit de l'écran peut être transportée sur l'image de l'œil gauche d'une partie même éloignée de la paroi.* Dans ces conditions l'image de l'écran paraîtra naturellement transparente en entier.

Par exemple : Je tiens maintenant un livre entre mes yeux et la paroi opposée de la chambre. A 10 pieds environ à gauche de la portion de la paroi cachée par le livre est une fenêtre ouverte. En louchant fortement je fais tourner homonymiquement les champs visuels jusqu'à ce que l'image de l'œil gauche du livre coïncide avec l'image de l'œil droit de la fenêtre. A ce moment l'œil droit est nécessairement tourné vers la fenêtre ouverte et l'œil gauche vers le livre : les images *rétiniennes* de ces objets sont sur les *points correspondants*, c'est-à-dire sur la *foramina centralia*, et, par conséquent, les images *externes coïncident.* Naturellement le livre me paraît *transparent* parce que je vois avec mon œil droit des objets par la fenêtre, malgré l'image du livre qui les couvre. La seule condition sous laquelle les images doubles sont toujours transparentes est celle-ci: *la place couverte par l'image appartenant à un des yeux doit être visible pour l'autre œil.* Dans le cas de l'écran plus large que l'espace interoculaire, il y a toujours en réalité une portion de la paroi cachée pour les deux yeux, mais en faisant diverger ou converger fortement les axes optiques, *ce n'est pas sur cette portion-là que tombe l'image de l'écran,* mais sur quelque autre portion visible et peut-être éloignée.

Pour rendre la chose plus claire, je prendrai encore un autre exemple, et cette fois de divergence optique. Il y a un tableau pendu contre la paroi la plus éloignée de ma chambre. Je tiens maintenant un écran large de quatre

pouces environ entre mes yeux et le tableau pendant que je le regarde. Les images doubles de l'écran empiètent l'une sur l'autre formant une portion médiane opaque avec des bords transparents. Le milieu du tableau est caché par la portion opaque des images doubles de l'écran et je vois les bords du tableau à travers les bords transparents de l'image de l'écran, le bord gauche avec l'œil gauche et le bord droit avec l'œil droit. Je presse maintenant doucement avec le doigt le coin extérieur de chaque œil de manière à faire diverger les axes optiques. Les deux images de l'écran glissent alors l'une sur l'autre hétéronymiquement, les parties opaques devenant de plus en plus étroites et les bords transparents de plus en plus larges, jusqu'à ce que les deux images de l'écran se séparent complétement et deviennent toutes deux entièrement transparentes. Si la pression continue, les deux images transparentes peuvent être séparées par une distance considérable. Si je fais en même temps attention à ce qui se passe sur la *paroi,* j'observe que les deux bords visibles du tableau se rapprochent l'un de l'autre jusqu'à ce qu'ils se rejoignent ou même qu'il passent l'un sur l'autre.

On observe donc que durant cette expérience la portion invisible du tableau (celle qui est derrière la portion opaque de l'écran) ne devient pas visible à mesure que l'écran devient entièrement transparent, mais qu'elle paraît être *effacée* par les portions visibles qui se rapprochent l'une de l'autre. L'écran devient transparent, non pas parce que la portion invisible du tableau devient visible, *mais parce qu'une portion visible est mise à sa place.*

# NOTICE

SUR

# LES GISEMENTS DES PHOSPHORITES

ET SUR

## LEURS MODES DE FORMATION

PAR

M. ALPH. FAVRE

Professeur à l'Académie de Genève.

Dans ce moment où le phosphate de chaux est soigneusement recherché par les agriculteurs, il n'est peut-être pas sans intérêt de rendre compte de quelques mémoires relatifs à cette substance, d'examiner ses divers gisements et la manière dont ils se sont formés.

Ce phosphate présente différents aspects, et la ressemblance qu'il offre parfois avec certains calcaires argileux ou avec des tufs inutiles à l'agriculture explique qu'il soit resté si longtemps inconnu là même où on le foule aux pieds, et comment il est probable qu'il existe dans maintes localités très-fréquentées où il n'a pas encore été découvert.

La chaux qui entre dans la composition des immenses masses de calcaire de la surface de la terre provient, selon toute probabilité, de la décomposition de quelques roches, laves, granits, etc., qui se trouvaient primitivement à la surface du globe ou qui y sont arrivés par des soulèvements ou des éruptions. Ces roches ont emprunté la chaux aux régions profondes de la terre où il se trouvait, et où il se trouve peut-être encore du calcium, et la chaux

s'est combinée avec les acides silicique, carbonique, phosphorique, etc.

La présence de l'acide phosphorique dans les couches superficielles de la terre est due ainsi que celle de la chaux à l'éruption ou au soulèvement des roches qui ont amené à la surface les matières phosphorées qui existent à de grandes profondeurs. M. Daubrée pense qu'elles y sont peut-être à l'état de phosphure, comme dans les météorites [1]. Ce savant a fait ressortir la grande ressemblance des roches extra-terrestres avec celles de l'intérieur de notre globe. Les matières phosphorées se trouvent aussi dans quelques-uns des minéraux qui entrent, habituellement ou adventivement, dans la composition des roches granitiques et dans celle des schistes cristallins lesquels renferment souvent des cristaux d'apatite. Il est vrai que l'acide phosphorique y est en petite quantité, mais les masses granitiques du globe sont si immenses et celles qui ont été déjà décomposées si considérables, que les matières phosphorées provenant du granit doivent être prises en considération. On trouve encore des matières phosphorées dans des roches où la silice n'est pas en excès, dans les laves des volcans éteints ou en activité et dans les sources minérales : le phosphate de chaux est peu soluble, il est vrai, mais les réactions qui se produisent à de grandes profondeurs sous l'influence des eaux douces ou marines soumises à une forte pression et à une température élevée favorisent probablement la dissolution des substances.

Il ne faut pas une solubilité bien grande pour qu'à la longue des masses d'eau immenses, exerçant leur pouvoir pendant des centaines et des milliers de siècles, dis-

[1] Voyez les notes à la fin de l'article.

solvent une quantité considérable de la matière avec laquelle elles sont en contact. A la surface même du sol il est des phosphates qui présentent une certaine solubilité, surtout dans l'eau chargée d'acide carbonique, ainsi 1 % de phosphate de chaux de Limogne (département du Lot) [6] pulvérisé, et mis en contact avec de l'eau de cette nature se dissout en 24 heures *.

Les sources qui amènent le phosphate de chaux à la surface du globe jaillissent aussi bien dans l'intérieur des mers qu'à la surface des continents. Elles le déposent dans les filons, quelquefois métallifères, sous forme de chaux phosphatée, cristallisée ou de calcaire concrétionné se rapprochant du tuf, et si les circonstances ne sont pas favorables à la formation des dépôts, elles le déversent dans des cours d'eau qui le ramènent à la mer. Par conséquent, le phosphate des sources se divise en trois parties, celle qui reste en dépôts plus ou moins considérables à la surface de la terre, celle qui se dissémine en particules des plus ténues dans le sol traversé par les ramifications de la source phosphatée et celle qui retourne à la mer, où elle se retrouve dans les mêmes conditions que le phosphate qui a été pris par les eaux marines aux roches sur lesquelles elles reposent et aux matières avec lesquelles elles ont été mises en contact pendant les éruptions volcaniques.

La présence du phosphate de chaux dans la mer est démontrée, soit par l'analyse, soit par la composition des produits marins : ainsi on le trouve dans la vase et les boues

* M. Déhérain a également étudié la solubilité de quelques phosphates dans d'autres circonstances : dans le but de connaître quel pouvait être leur utilité lorsqu'on les emploie en agriculture sans leur faire subir de préparation, et les résultats obtenus n'ont pas été très-satisfaisants [13].

marines [7], dans la tangue, dans les polypiers, etc. Les bancs de coraux contiennent parfois assez de phosphate de chaux pour être utilisés en agriculture ; ceux de l'île de Sombréro (Antilles), par exemple, sont exploités et amenés en Angleterre. Les poissons s'assimilent aussi le phosphate de chaux, car leurs os en contiennent ; après leur mort ce phosphate se dissout et rentre ainsi dans la circulation des courants marins. Les oiseaux auxquels les poissons servent de nourriture, absorbent le phosphate de ces derniers et ils le restituent sous forme de guano de leur vivant, et par leur décomposition après leur mort.

Les mêmes faits s'étant produits durant les anciennes périodes de l'histoire de la terre, les boues marines, les calcaires, les bancs de coraux, les entassements d'os de poissons (*bone-bed*), etc., amenés à la surface du globe ou plus ou moins près d'elle par le soulèvement des continents, renfermaient du phosphate de chaux que l'influence des agents atmosphériques (gelées, pluies, etc.), agissant pendant des milliers de siècles, fait rentrer dans la circulation au moyen des sources, des rivières, de la mer et des êtres organisés.

En résumé, sans parler du phosphate de chaux dispersé dans les terrains, mais en proportion si petite qu'il échappe à l'observation directe, en négligeant également celui qui se trouve dans certaines roches éruptives, telles que les granits, les roches volcaniques (Jumilla en Espagne) et les roches basaltiques (Bavière et le Gyppsland en Australie) [8], les dépôts de phosphate de chaux paraissent avoir été formés de quatre manières différentes :

1° Dépôts d'origine marine ;

2° Dépôts formés dans des bassins d'eau douce ;

3° Dépôts formés par les sources ;

4° Dépôts formés par des animaux terrestres ou par l'homme.

I.

En disant quelques mots des terrains marins dans lesquels on a constaté la présence du phosphate de chaux, nous suivrons l'ordre chronologique *.

On trouve du phosphate de chaux, auquel on donne souvent le nom de phosphorite, dans des terrains fort anciens, entre autres, dans une des couches siluriennes du Canada, nommée couche à lingules du nom d'une petite coquille bivalve qui y est très-répandue. Le phosphate fait partie de la coquille comme chez les lingules actuellement vivantes, évidemment il est sécrété par l'animal. Les couches siluriennes de Llandeilo du Pays de Galles, ainsi que celles de la Podolie [32], en contiennent aussi.

Cette substance se rencontre dans le terrain houiller de Fins (Allier) et dans celui de la Ruhr en Westphalie, sous forme de rognons disséminés dans des argiles noires.

Les couches à ossements (*bone-bed*) du terrain triasique et celles du terrain infraliasique renferment beaucoup de phosphate de chaux. La couche de l'infralias affleure dans l'ouest de l'Angleterre, dans le Calvados et dans plusieurs départements de l'est de la France, aux environs de Lyon, et en Savoie au bas du vallon de Valloires près Saint-Michel (j'ai constaté la présence du phosphate de chaux dans la roche de cette localité). Le *bone-bed* se trouve en Wurtemberg. M. Gumbel a aussi

* Nous avons déjà fait et nous ferons encore de nombreux emprunts à l'excellent mémoire de M. Daubrée. (Annales des Mines, 1868, tome XIII, p. 67.)

observé des rognons de phosphorite dans diverses couches du terrain jurassique de l'Alb de Souabe, de Franconie et du grand-duché de Bade. On connaît également cette substance dans le Brunswick, et M. Schlagintweit l'a reconnue dans l'Himalaya [2].

Elle est fort répandue dans les terrains crétacés. Dans le gouvernement de Koursk en Russie [3] on trouve un grès connu sous le nom de Ssamorod ou Samarode, il est formé de grains de quartz réunis par un ciment qui contient 30 % de phosphate de chaux. En Espagne on trouve la phosphorite à Montanchez près de Cacerès, ainsi que dans bien d'autres localités entre ces deux pays.

Le phosphate de chaux est exploité depuis longtemps en Angleterre dans le gault et dans les couches qui lui sont un peu supérieures. Il se trouve à Farnham dans le comté de Cambridge [22]. M. Walker [4] a signalé à Potton et à Upware la présence de nodules de phosphorite accompagnés de brachiopodes, de débris de poissons et de reptiles; quelques-uns sont recouverts de serpules et de briozoaires.

Le Rev. O. Fisher [34] évalue la couche phosphatée de la base de la craie du comté de Cambridge à 270 tonnes par acre (1 acre = 4046,72 mètres carrés) valant 58 fr. la tonne. Les fossiles y sont nombreux, quelques coquilles sont fixées aux rognons de phosphorite : les grains de glauconie (petits grains verdâtres) y sont abondants : ces derniers donnent à tous les terrains où ils sont répandus un caractère essentiellement marin, car M. Ehrenberg a reconnu qu'ils étaient formés par des infusoires, et M. F. de Pourtalès a constaté, au moyen de sondages, qu'ils s'accumulent en mer sur les côtes de la Géorgie et de la Caroline du Sud (États-Unis [35]) en assez grande

abondance pour constituer des bancs de grès vert. Leur présence est connue des deux côtés du Gulf-Stream; entre la terre et ce courant ils sont de 50 à 100 brasses (91 à 182 mètres) au-dessous de la surface de l'eau, mais à l'extérieur du courant ils sont à une plus grande profondeur.

Il y a au moins deux espèces de nodules de phosphorite dans le comté de Cambridge. M. Fisher donne à l'une d'elles le nom de coprolithe, sans pour cela lui attribuer une origine semblable à celle des véritables coprolithes. Certaines espèces animales fossiles, surtout les polypiers, sont changés en nodules phosphatés, en sorte qu'on peut croire que la très-grande majorité des nodules ne sont pas des concrétions, mais des corps organisés. On y voit aussi au microscope des foraminifères et des spicules voisines de celles des Alcyonaires. Déjà en 1849 le doyen de Westminster avait dit en parlant des grès verts de Farnham: « Les éponges et les autres fossiles paraissent avoir servi de réceptacle à l'acide phosphorique. »

La phosphorite d'origine marine des terrains crétacés était connue en France, il y a quelques années, dans trente-neuf départements, mais exploitée seulement dans trois, la couche qui la renferme s'étend sur plus de 300 kilomètres de longueur: c'est à MM. de Molon et Thurneisen qu'on doit la découverte de la plupart de ses affleurements. En 1856 ils résumaient leurs études en disant: « Nous pouvons dès à présent constater que nous avons « découvert une source inépuisable de phosphate de « chaux qui représente pour la France, par les avan« tages qu'en retirera son agriculture un capital de plu« sieurs milliards [14]. »

Les couches qui renferment la phosphorite se montrent

dans le Boulonnais, dans le pays de Bray, près d'Annapes non loin de Lille, près Valenciennes, à Lézennes département du Nord où les nodules phosphatés sont connus sous le nom de *tun* [9], dans les départements des Ardennes, de la Marne, de la Haute-Marne et de l'Yonne; on les a encore observés dans les départements de l'Orne, d'Eure-et-Loir et de la Sarthe [10]. Les phosphates se trouvent presque toujours dans le grès vert ou gault; quelquefois cependant il y en a dans la craie.

On retrouve la couche de grès vert dans les départements du Var, des Alpes maritimes, de la Drôme, de l'Isère et de la Savoie, dans le massif de la Grande-Chartreuse, dans les Beauges et dans une zone de montagnes qui s'étend du lac d'Annecy à la vallée du Rhône, près Saint-Maurice.

En Suisse cette même couche affleure dans la partie orientale du canton de Vaud, et d'après MM. Escher et Picard, elle s'étend des environs de Schwytz au canton d'Appenzell. Le terrain nummulitique des environs d'Einsiedeln contient aussi du phosphate de chaux, et chose singulière, ce terrain renferme beaucoup de grains de glauconie : c'est une espèce de grès vert; malheureusement les dépôts alpins sont situés de manière à ce que l'exploitation en est souvent impossible. Les gisements de gault de cette région contiennent tous de la phosphorite, il suffit donc de consulter les cartes géologiques pour connaître les localités où l'on peut en trouver. La couche de gault avec phosphate de chaux a été aussi constatée par M. Gumbel dans les Alpes de la Bavière et du Vorarlberg.

Dans le Jura, le dépôt de gault avec phosphorite se trouve, comme l'a dit M. Jaccard, à Morteau, à Boveresse, à Charbony et à Sainte-Croix [21]; mais la localité sur la-

quelle l'industrie fonde les plus grandes espérances est celle de Bellegarde, près de la Perte du Rhône qui est en pleine exploitation. Ce gisement a été rendu célèbre par la description qu'en a donnée Al. Brongniart[25], plus tard il a été étudié par M. le professeur Renevier[26], par le professeur Pictet[27], qui en a décrit les fossiles, et par MM. Demole[28], Gruner[29] et Risler[30]. Ce dépôt est formé des coquilles fossiles habituelles au gault, avec leurs moules intérieurs, elles sont disséminées en très-grande abondance dans des roches sableuses ou dans des sables contenant beaucoup de grains verts de glauconie. Les rognons qu'on y remarque sont pour la plupart des fossiles roulés, quoiqu'en général les coquilles soient remarquables par leur conservation ; on ne trouve rien qui rappelle des coprolithes. D'après M. Gruner le sable qui renferme les fossiles contient peu ou point de phosphate de chaux, la coquille du fossile elle-même n'est guère phosphatée, mais dans le moule intérieur du fossile on trouve jusqu'à 50 et même 70 % de phosphate de chaux, et plus l'orifice par lequel la matière est entrée dans l'intérieur de la coquille est petit, plus le moule semble contenir de phosphate *. Cette différence de composition entre le sable, la coquille et le moule est importante au point de vue de l'introduction du phosphate dans ce dépôt **, qui est évidemment différente

* Berzélius dit, dans son Traité de Chimie, que lorsque l'animal de l'huître est calciné, on obtient du carbonate de chaux et du phosphate de chaux ; lorsqu'il est complétement réduit en cendre, on n'y trouve plus que du phosphate de chaux, ce qui prouve que le mollusque lui-même peut avoir fourni une certaine proportion de phosphate de chaux à l'énorme quantité qu'en renferme le moule.

** On a remarqué que l'argile de kimmeridge, terrain jurassique supérieur d'Angleterre, renferme en abondance des moules de chambres d'ammonites contenant 20 à 30 % de phosphate de chaux.

de celle de ce même corps dans la couche à lingules du Canada. La présence du phosphate dans le moule et son absence ailleurs ne peut s'expliquer que par l'action condensatrice exercée par la matière animale, probablement durant sa décomposition, sur le phosphate répandu à l'état de dissolution dans les eaux marines. Sur ce point je partage l'avis du Rev. O. Fisher.

Il est bon de remarquer aussi que dans divers gisements on trouve du bois changé en phosphate de chaux.

Si le gault s'était déposé dans un bassin fermé ou dans une lagune, comme M. Gruner semble le croire, il aurait pu s'y accumuler à la longue une proportion considérable de phosphate de chaux, on pourrait même admettre que des sources phosphatées, arrivant dans ce bassin en auraient augmenté la proportion, mais si les choses s'étaient passées ainsi, on ne comprendrait pas pourquoi le sable extérieur aux coquilles n'est pas phosphaté. Il est impossible de supposer que des sources phosphatées soient intervenues dans la formation de ce dépôt autrement que pour répandre le phosphate dans l'intérieur de la mer. Les paléontologistes reconnaissent dans le gault un dépôt littoral; ce n'est pas une raison pour admettre qu'il se soit déposé dans un bassin fermé, car il contient des coquilles de pleine mer, et s'étend à de grandes distances d'une manière assez continue pour qu'on puisse croire qu'il a été formé à la jonction des dépôts de pleine mer et des dépôts littoraux, sur une zone analogue à celle où M. de Pourtalès a observé la formation actuelle du grès vert sur la côte des États-Unis.

La phosphorite paraît plus rare dans les terrains tertiaires que dans les terrains crétacés; cependant nous avons vu qu'on en a signalé la présence dans le terrain

nummulitique des Alpes. Depuis longtemps aussi on en a exploité dans le crag de Felixtow sur la côte du Suffolk.

## II.

Si le gisement de la phosphorite en rognons qui se trouve dans les sables bitumineux du district de Leira en Portugal, a été bien examiné, il est d'un ordre différent de celui dont nous venons de parler, car il a pris naissance dans un lac ou bassin d'eau douce. Cette phosphorite est associée à des fossiles d'eau douce du terrain wealdien, intermédiaire entre le terrain crétacé et le terrain jurassique.

## III.

La formation de la plupart des phosphates de chaux qui se trouvent dans les filons des roches cristallines, peut être attribuée à des sources, mais cette origine est plus évidente encore dans d'autres phosphorites dont nous allons parler.

La phosphorite concrétionnée (c'est-à-dire possédant la structure d'un dépôt aqueux), accompagnant la limonite des environs de Ramelot [14] (Belgique), a évidemment été déposée par une source. Quoiqu'elle contienne 69 °/₀ d'acide phosphorique, elle ne paraît pas avoir d'importance industrielle.

La phosphorite de Verviers [15] (Belgique) associée à des minerais de fer et de manganèse, celle de Baelen [15] près de Liége, qui se présente sous forme de conglomérat et de stalactites, et qui contient 70 °/₀ de phosphate de chaux, ainsi que celle de Amberg [16], en Bavière, sont des dépôts concrétionnés analogues à ceux du département de Tarn et Garonne.

La phosphorite du Nassau [12] existe dans plusieurs localités ; elle se présente en général sous forme de rognons dans un dépôt argileux, et quoiqu'elle repose sur le terrain dévonien on la croit tertiaire. Elle est en général associée à une roche nommée Schaalstein (spilite) qui paraît être d'origine sédimentaire et qui renferme quelquefois du phosphate de chaux.

Les plus beaux gisements de phosphorite déposés par des sources sont ceux de Larnagol près Cajarc et de Concots dans le département du Lot, et celui de Caylux près Montauban dans le département de Tarn-et-Garonne. Ce dernier a été découvert vers 1865 par M. Poumarède, et renferme 32, 60 % d'acide phosphorique [17]. Il n'a été exploité qu'au bout de cinq ans environ ; depuis lors des paysans, en constatant dans diverses localités la ressemblance de certaines roches avec celles qu'ils avaient vu exploiter, ont fait connaître un grand nombre de gisements de phosphorites disséminés sur un espace de 40 kilomètres de longueur et de 8 kilomètres de largeur environ [18].

Comme l'ont fait remarquer M. Daubrée et M. Trutat, ces gisements sont alignés suivant deux directions : de l'est à l'ouest et du nord 25° est au sud 25° ouest, ce qui correspond à certaines failles des bords du plateau central de la France, décrites par M. Magnan. Les phosphorites de l'une des directions ne sont pas tout à fait semblables à celles de l'autre ; mais dans les deux directions elles remplissent des cavités ou poches creusées dans le calcaire, variant de quelques mètres à 35 mètres environ de diamètre (à Cos), et des espèces de crevasses ou fossés peu profonds, dont les parois sont verticales et sensiblement parallèles. La largeur de la crevasse de Pen-

daré varie de 3 à 6 mètres et on la connaît sur une longueur de 90 mètres.

Les phosphorites des départements dont nous venons de parler ne sont pas cristallines, elles sont généralement compactes, blanchâtres, grises, jaunes, et rouges lorsqu'elles sont associées à une substance ferrugineuse. Parfois elles sont granuliformes, concrétionnées, mamelonnées, à couches concentriques et prennent l'aspect de travertin ou de tuf. On en trouve aussi en couches minces et compactes, rappelant la structure des agates, elles sont blanches, et quelquefois noires lorsqu'elles sont colorées par de l'oxyde de manganèse. Leur éclat, quoique terne, rappelle dans certains cas celui du quartz résinite.

Nous n'avons pu trouver d'analyse complète de ces phosphorites, mais d'après huit essais faits par M. Bobierre, l'acide phosphorique y varie de 32,94 à 38,32 % [19] et on y a reconnu la présence du chlore, du fluor et de l'iode.

Ces phosphorites sont associées à du péroxyde de fer en grains ou limonite, à des particules argileuses, rarement à du sable, mais à des cailloux de quartzite répandus à la surface des plateaux environnants et qui ont pénétré jusqu'à une petite profondeur dans la phosphorite. Parfois ils sont assez abondants (à Prajoux) pour constituer un poudingue à ciment de phosphorite. La présence de cailloux de quartzite dans la partie supérieure de ce dépôt et à la surface des plateaux voisins est pour M. Daubrée la preuve que la phosphorite a été formée pendant deux époques. Elle paraît aussi avoir subi quelques remaniements, car on trouve çà et là sur les plateaux des cailloux épars de phosphorite très-compacte associés aux cailloux de quartzite [20].

On ne trouve pas de coquilles fossiles dans la phospho-

rite, mais des ossements. D'après M. Gervais [21] ils se rapportent aux animaux suivants : *Anoplotherium commune, Dichobune parisiensis, Entelodon, Cainotherium, Paleotherium, Rhinoceros, Hyenodon* et autres carnivores. Plusieurs se retrouvent dans le gypse des environs de Paris, et caractérisent, par conséquent, l'époque tertiaire, mais d'autres appartiennent à des animaux d'une époque plus récente, en sorte que la paléontologie est d'accord avec la géologie pour reconnaître à ces phosphates deux époques de formations, l'une éocène et l'autre plus moderne.

La disposition de ces gisements de phosphorites à structure concrétionnée en forme de poches, bassins, crevasses et boyaux renfermant des ossements d'animaux qui ont péri sur les bords des sources qui les déposaient, la présence de cailloux de quartzite, ainsi que l'association des phosphorites à des minerais de fer en grains, ont donné à MM. Gervais et Daubrée l'idée très-juste de comparer ces dépôts à ceux qui constituent le terrain sidérolithique.

## IV.

On trouve le phosphate de chaux en abondance dans de grandes accumulations formées par des animaux ou par l'homme. Elles sont trop connues pour que nous nous y arrêtions longuement. On peut faire entrer dans la première catégorie les dépôts de guano, les brèches osseuses, certaines cavernes à ossements dans lesquelles la présence de l'homme n'a pas été constatée. Dans la seconde il faut ranger les *kioëkenmodings* ou débris de cuisine du Danemark, ceux que des peuplades sauvages accumulent encore maintenant, les *Terra mare*

des environs de Modène et de Reggio, les accumulations d'ossements, telles que celle du Clos Charnier à Solutré près de Mâcon, etc., c'est-à-dire toutes les localités où les matières phosphatées ont été entassées sous l'influence de l'homme.

### *Appendice.*

Pendant que l'article précédent était sous presse, M. Trutat a eu l'extrême obligeance de nous communiquer une lettre qu'il a adressée à M. le professeur Gervais et qui s'imprime dans le Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse. Cette lettre explique comment, par suite de remaniements, des ossements appartenant à des animaux d'époques différentes se trouvent associés dans les dépôts de phosphorite des départements de Tarn-et-Garonne et du Lot.

Toulouse, 5 juin 1872.

Monsieur,

Je viens de lire dans la *Revue des cours scientifiques* un compte rendu de la dernière séance de la Société géologique, dans laquelle vous avez parlé des ossements recueillis dans les carrières de chaux phosphatée du Quercy. Vous me permettrez de vous soumettre quelques observations sur la manière d'être de ceux de ces dépôts qui sont fossilifères, et j'espère qu'alors disparaîtront les difficultés d'explication que semble donner la réunion, dans une même station, d'espèces regardées comme d'âges différents.

Dans une communication faite à l'Institut le 11 décembre dernier, j'avais déjà signalé les rapports qui existent entre la direction et la composition des gisements de phosphorite du Tarn-et-Garonne, et j'avais cru devoir conclure

que les dépôts à ossements étaient postérieurs aux dépôts phosphatés proprement dits. Depuis j'ai eu l'occasion de voir à nouveau les exploitations du Tarn-et-Garonne et celle du Lot, et je suis arrivé à des conclusions plus précises : mes dernières observations vont me permettre de démontrer qu'il existe plusieurs niveaux d'âges différents, et que le mélange anormal d'espèces que vous avez signalé, n'est qu'apparent et provient de remaniements successifs.

Voici très-succinctement le résultat de mes recherches.

Un premier dépôt Geysérien de chaux phosphatée est venu remplir les fentes du calcaire ouvertes suivant une direction N. 25° E. (faille de la Bonnette), *ces dépôts ne contiennent jamais de fossiles* : aussi ne nous en occuperons-nous pas ici.

Plus tard une seconde faille se produit suivant une direction E.-O. (faille de Varen) et partout où les nouvelles fentes recoupent des dépôts phosphatés, un remaniement se produit. En même temps une véritable éruption d'eaux fortement chargées d'acide carbonique, d'argile et de fer, vient dissoudre la chaux phosphatée et les parois calcaires environnantes : de nouveaux éléments sont encore apportés à ce dépôt par des courants diluviens qui entraînent à la fois du sable, des cailloux roulés et des débris d'animaux. Il y a donc remaniement des plus complexes dans ces dépôts ossifères et les débris fossiles qu'ils renferment ne donnent en rien l'âge des phosphates, ils ne peuvent que nous indiquer l'âge du manteau diluvien argileux rouge à rares cailloux roulés de quartz laiteux, qui recouvre les *Causses calcaires* des bords S.-O. du plateau central.

La diversité des faunes ainsi mêlées dans ce dépôt re-

manié semble indiquer également une très-longue durée dans ce phénomène d'apport des eaux diluviennes. Mais certains caractères vont nous permettre d'établir plusieurs catégories dans les parties constituantes de ces amas et l'examen attentif des débris osseux nous servira à établir deux niveaux, abstraction faite des espèces auxquelles elles appartiennent. En effet, les uns sont entièrement transformés en chaux phosphatée, tandis que beaucoup d'autres ne semblent avoir subi aucun changement de ce genre; les premiers sont noirâtres, à cassure vitreuse, les seconds ont presque une physionomie calcaire et se rapprochent, comme aspect, de ceux que nous rencontrons dans nos calcaires tertiaires supérieurs du bassin Sous-Pyrénéen. Jusqu'à présent tous les ossements à physionomie phosphatée que nous avons examinés appartiennent à des espèces d'une faune ancienne (paleothériens), les autres sont plus récents (rhinoceros, cainotherium).

Nous pourrions donc déjà, par ce caractère, diviser en deux catégories les dépôts ossifères, comme nous avons été amenés à le faire pour les dépôts phosphatés: les plus anciens pourraient être assez bien caractérisés par la composition chimique des ossements; celui-là serait *Eocène.* Les phénomènes de remplissage dont nous avons déjà parlé se seraient continués pendant presque toute la période tertiaire.

La nature même de ces dépôts indique suffisamment la difficulté d'y trouver un élément complet de stratigraphie, et, le plus souvent, chaque poche contient une seule sorte de débris osseux. Lorsqu'une même station fournit des ossements des deux catégories, il est à remarquer que les espèces récentes, à physionomie calcaire, occupent, d'une manière générale, les parties supérieures des

poches (l'argile rouge), les ossements phosphatés, au contraire, sont au bas. Ces derniers sont plus rares, plus fragmentés que ceux des parties supérieures, mais, comme dans tout dépôt remanié, des os phosphatés occupent quelquefois les parties supérieures et réciproquement. Presque toujours, enfin, le dépôt supérieur se confond tellement avec le dépôt inférieur qu'il est fort difficile de les délimiter.

Dans un cas cependant, j'ai pu tout récemment étudier une exploitation dans laquelle un lit de calcaire concrétionné stalagmitique sépare nettement le dépôt inférieur du dépôt supérieur ; dans ce cas les couches supérieures ne contenaient que des débris osseux sans traces de transformation phosphatée et faciles à caractériser (rhinoceros, cainoterium, oiseau, tortue). Les couches inférieures ne m'ont donné que des débris indéterminables, mais ils sont tous phosphatés; d'autre part, nous avons reconnu que les ossements ainsi transformés appartiennent aux espèces les plus anciennes, il nous est donc permis de dire qu'il y a bien réellement dans nos gisements de chaux phosphatée plusieurs niveaux fossilifères (au moins deux) d'âge différent et qu'ici il n'y a pas d'exception à la loi de répartition des espèces qui servent à caractériser l'âge des différentes couches du globe.

Veuillez, etc.

## NOTES.

[1] *Daubrée*, Annales des Mines, 1868, XIII, 67.
[2] *Delesse* et *de Lapparent*, Ann. des Mines, 1870, XVII, 110.
[3] Id. id. id. 127.
[4] Id. id. id. 108, et Report of the British Associat., 1867, 73.

[5] *Delesse* et *de Lapparent*, Annales des Mines, 1870, XVII, 109.

[6] Id. Revue de géologie, t. IX, 28.

[7] Id. id. 43, et Annales des Mines, 1870, XVII, 120.

[8] Id. Revue de géologie, t. IX, 29.

[9] Id. id. IX, 32.

[10] Id. id. IX, 28 ; Bulletin de la Société d'agric. du Mans, 1871, et Bulletin de la Société géol. de France, 1872, XXIX, 169.

[11] Id. Revue de géologie, 1868, V, 64.

[12] Id. id. id. 62, et Annales des Mines, 1870, XVII, 109.

[13] Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, tome XLV, 13.
Id. id. 1857, XLV, 237.

[14] Id. id. 1856, XLIII, 1178.

[15] Id. id. 1872, LXXIII, 1031.

[16] Id. id. LXXIII, 1034.

[17] Id. id. LXXIII, 997.

[18] Id. id. LXXIII, 1024 et 1363.

[19] Id. id. LXXIII, 1061.

[20] Id. id. LXXIV, 1372.

[21] Id. id. LXXIV, 1367.

[22] Quarterly Journal, 1848, t. IV, 257.

[23] Illustrated Catalog of comp. Museum at Harward College, 1871, n° IV, p. 2.

[24] Matériaux pour la carte géolog. de la Suisse, 1869, p. 126, 290.

[25] Description géologique des environs de Paris, 1822, p. 91.

[26] Mémoire géologique sur la Perte du Rhône.

[27] Description des mollusques fossiles qui se trouvent dans les grès verts des environs de Genève, 1849-1853.

[28] Rapport à la Classe d'agriculture de Genève, janvier 1870.

[29] Bulletin de la Société géolog. de France, 1871, XXVIII, 62.

[30] Bulletin de la Classe d'agriculture de Genève, 1872.

[31] Abstracts of the Proceedings of the geolog. Society of London, 22 mai 1872.

[32] Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1871, XXI, 211.

# COMPARAISON

DES

# INTENSITÉS CALORIFIQUES

## DU RAYONNEMENT SOLAIRE

ET DU

## RAYONNEMENT D'UN CORPS CHAUFFÉ A LA LAMPE OXYHYDRIQUE

PAR M. J.-L. SORET

*Additions à une Note précédente* [1].

J'ai publié il y a peu de temps les résultats que j'avais obtenus en comparant les intensités calorifiques du rayonnement solaire et du rayonnement d'un corps chauffé à la lampe oxyhydrique. Cette comparaison a été effectuée à l'aide d'un actinomètre dont j'ai donné la description abrégée; il est basé sur le principe de la mesure de l'élévation de température que subit un thermomètre, placé dans une enceinte de température déterminée, et dont le réservoir est exposé à l'action de la source de chaleur. Dans mon appareil, la radiation solaire produit une élévation de la température du thermomètre qui dépasse souvent 14°,5; avec un disque de magnésie ou de zircone, chauffé à la lampe oxyhydrique et placé à une distance telle que son diamètre apparent soit le même que celui du Soleil, j'avais obtenu une élévation de température de 0°,25 en minimum et de 0°,44 en maximum. Ces résultats, comme je l'ai fait voir, sont incompatibles avec l'hypothèse que la quantité de chaleur émise par un corps soit proportionnelle à la température à laquelle il se trouve, conformément à la loi de Newton.

[1] Voyez *Archives*, juillet 1872, tome XLIV, page 220.

Le Rév. Père Secchi a bien voulu m'adresser au sujet de la Note que je viens de rappeler, une lettre dont je citerai quelques passages :

« J'ai calculé, d'après votre résultat, avec la formule de M. Vicaire, la température de la zircone ; en supposant que vous avez observé à 15° de l'actinomètre, je trouve 781° ; en supposant que vous avez observé à 25°, je trouve 789°.

« Ces chiffres présentent un double inconvénient : 1° la température calculée est trop basse : dans cette flamme, elle doit être plus considérable, car elle excéderait à peine celle des corps rouges : 2° cette température devient croissante avec la température de l'actinomètre ; c'est à un inconvénient sérieux de la formule de M. Vicaire.

« Dans les résultats obtenus par vous, il y en a un très-intéressant, c'est que la flamme du gaz seule ne produit pas d'effet sensible sur l'actinomètre. Or, le Soleil est en grande partie gazeux, au moins à l'extérieur.

« Si vous supposez la zircone à 2000° (ce que je crois bien assez) comme le Soleil donne à l'actinomètre 14° et la zircone $\frac{1}{4}$ de degré seulement, on aura pour la température du Soleil $4 \times 14 \times 2000 = 112000°$, ce qui est bien loin du résultat de M. Vicaire et des autres savants français.

« Votre expérience est donc très-utile à la question, car elle montre encore une fois que la loi de Dulong et Petit ne tient pas et que, si je suis en excès, les autres sont en défaut. *In medio virtus?* Nous le verrons.

« Je vous prie de vérifier mes calculs en les faisant avec les nombres que vous avez réellement obtenus avec votre actinomètre..... »

- Suivant le désir du Rév. Père Secchi, j'ai calculé la température du crayon de zircone chauffé à la lampe oxyhydrique, d'après la formule que M. Vicaire a déduite de la loi de Dulong et Petit, et en partant des données de mon expérience [1]; j'ai trouvé ainsi 781°,4, chiffre naturellement très-voisin de celui qu'avait trouvé le Rév. Père Secchi et évidemment très-inférieur à la température à laquelle le crayon de zircone devait se trouver réellement. Il est vrai que l'excès de température du thermomètre serait plus grand si l'on opérait dans le vide; il est vrai encore que le pouvoir émissif de la zircone doit être inférieur à celui du noir de fumée qui recouvre le thermomètre : mais ces causes ne paraissent point suffisantes pour rendre compte de la divergence.

D'autre part, je ne crois pas qu'en se basant sur cette expérience, on soit fondé à évaluer la température du Soleil à 112000° environ. Il faudrait, en effet, supposer qu'à partir de 2000° le rayonnement calorifique suit la loi de Newton, tandis que cette loi est manifestement inexacte au-dessous de 2000°.

Dans ma Note j'avais indiqué le chiffre de 0°,44 comme un maximum d'effet produit sur l'actinomètre ; en effet, dans l'expérience qui avait conduit à ce résultat, non-seu-

[1] Cette formule est la suivante :

$$T = \frac{\log\left(a^t - a^\theta\right) + \log \frac{1}{\alpha}}{\log a}$$

dans laquelle T est la température du corps chaud ; $t$, celle du thermomètre de l'actinomètre (16°,88 dans l'une de mes expériences); $\theta$ la température de l'enceinte de l'actinomètre (16°,63) ; $a$ est un coefficient constant que Dulong et Petit ont fixé à 1,0077 ; enfin $\alpha$ est le rapport de la surface apparente du corps chaud à la surface totale d'une sphère concentrique au thermomètre ; on a donc $\alpha = \frac{1}{183960}$ puisque le crayon de zircone soustendait un angle de 32′.

lement la base du crayon de magnésie employé était entièrement portée au blanc éblouissant, mais de plus on l'avait placé à dessein un peu trop près de l'actinomètre et une partie de la flamme qui l'échauffait était fortement éclairante.

J'ai fait récemment quelques essais pour voir si en éliminant ces deux dernières causes d'exagération de l'effet obtenu, on pourrait atteindre cet excès de 0°,44 ou même le dépasser.

En employant des cylindres de magnésie de grosseurs différentes, placés à la distance convenable et fortement chauffés avec une lampe à oxygène de Dubosq, dont la flamme n'était pas sensiblement éclairante, j'ai obtenu comme effet maximum l'excès de 0°,42.

Je suis parvenu à un chiffre un peu plus fort en reprenant le cylindre de zircone et la lampe beaucoup plus faible que j'avais employée en premier lieu, mais en adoptant la disposition suivante :

La lampe avec son cylindre de zircone dirigé horizontalement est placée dans la lanterne de Dubosq dont on a enlevé la lentille. On dispose dans l'intérieur de la lanterne en avant de la lampe, un miroir sphérique concave en argent, formant toute une demi-sphère de $0^{m},095$ de diamètre ; on le place de manière que son axe coïncide avec celui du cylindre de zircone. Un trou de $13^{mm}$ de diamètre percé au centre de figure du miroir permet la sortie d'un faisceau horizontal de rayons partant de la base du crayon de zircone sur laquelle le dard du chalumeau est dirigé obliquement. Si l'extrémité du crayon coïncide avec le centre de courbure du miroir, les rayons qui tombent sur la surface réfléchissante sont renvoyés sur le crayon et le maintiennent à une température plus élevée. L'intensité

du faisceau qui sort par le trou central devient plus intense, et en plaçant l'actinomètre de manière à le recevoir, le thermomètre accuse une élévation de température plus grande. Le miroir peut être avancé ou reculé, de sorte que l'on peut à volonté le centrer ou le décentrer par rapport au crayon. J'ai obtenu dans une série d'expériences les chiffres suivants :

| | $t$ | $\theta$ | $t-\theta$ |
|---|---|---|---|
| Miroir centré ....... | 15°,37 | 14°,90 | 0°,47 |
| » non centré ... | 15,19 | 14,93 | 0,26 |
| » centré......... | 15,44 | 14,95 | 0,49 |
| » non centré.... | 15,24 | 14,98 | 0,26 |
| » enlevé ....... | 14,18 | 14,95 | -0,23 |

Ainsi, quand le miroir est centré, l'effet produit à l'actinomètre atteint à peu près un demi-degré, et cette expérience fait voir que le crayon, lorsqu'il peut librement rayonner dans toutes les directions, perd assez de chaleur pour que sa température soit sensiblement plus basse que celle de la flamme : l'action du miroir empêche en partie ce refroidissement, mais ne peut, en tout cas, élever la température du crayon au delà de celle de la flamme.

En faisant le calcul d'après la loi de Dulong et Petit, pour cet excès d'un demi-degré, on trouve $T=870^\circ$, tandis qu'en réalité la température du crayon dépasse certainement 1900° (fusion du platine).

J'ajoute que l'emploi du miroir concave augmente aussi notablement l'intensité lumineuse du faisceau, ce qui peut faciliter plusieurs expériences d'optique en permettant l'emploi d'une lampe dépensant très-peu de gaz. Celle dont je me suis servi ne consomme que 20 à 25 litres d'oxygène par heure, et à peu près autant de gaz d'éclairage.

# EXPÉRIENCES

# SUR LA FLUORESCENCE

PAR

M. Ed. HAGENBACH

(Extrait communiqué par l'auteur [1].)

---

Depuis longtemps déjà on avait reconnu chez un certain nombre de dissolutions, par exemple la décoction de bois néphrétique (*lignum nephriticum*) la propriété de donner dans la lumière incidente un reflet particulier, tout différent de la couleur que ces mêmes corps présentent dans la lumière transmise. Brewster et Herschel ont été les premiers à reconnaître que cette propriété s'étendait à un grand nombre de corps, ils crurent pouvoir l'expliquer l'un par une dispersion intérieure, l'autre par une réflexion particulière à la surface de ces corps. C'est à Stokes que l'on doit d'avoir établi que le changement produit de la sorte dans la composition de la lumière incidente ne résulte pas seulement de réflexion ou d'absorption, mais du fait que le corps lui-même devient lumineux sous l'influence de la lumière incidente et émet des radiations d'une réfrangibilité différente de celle des rayons excitateurs. C'est encore ce savant qui a introduit dans la science, pour désigner ce phénomène, le mot de fluorescence, en considération de ce qu'il s'observe particulièrement sur certaines variétés de spathfluor.

[1] Pour le mémoire complet, voyez *Annales de Poggendorff*, t. CXLI, pp. 65, 232, 375, 508.

Stokes a étudié un grand nombre de corps au point de vue de la fluorescence et est arrivé de la sorte à cette loi importante que la réfrangibilité de la lumière fluorescente n'est jamais plus grande que celle des rayons excitateurs. Depuis lors les résultats obtenus par Stokes ont été confirmés et étendus par les travaux de quelques autres physiciens, en particulier de M. V. Pierre.

Je fus amené à entreprendre à mon tour l'étude de ce sujet parce que de différents côtés on m'envoya, pour être soumis à un examen plus approfondi, des corps possédant à un haut degré cette intéressante propriété. Je reconnus bientôt qu'une théorie de ce singulier phénomène ne serait possible que lorsqu'on posséderait des observations plus exactes que celles qu'on avait faites jusqu'ici ; aussi ai-je étendu mes recherches non-seulement à ces nouveaux corps, mais aussi aux substances précédemment étudiées. J'ai dirigé plus particulièrement mon attention sur les trois points que voici :

1° Détermination des limites et des maxima de la fluorescence ; il s'agissait ici de reconnaître dans quelles parties du spectre la fluorescence commence et finit, et de voir dans chaque cas particulier, s'il y a un ou plusieurs maxima de fluorescence, en établissant chaque fois leur position exacte.

La méthode dont je me servais à cet effet consistait simplement à projeter directement le spectre solaire sur la surface du liquide.

2° Étude du spectre d'absorption des substances fluorescentes et vérification de la relation que Stokes a le premier clairement établie entre l'absorption et la fluorescence consistant en ce que dans toutes les portions du spectre où il y a fluorescence il y a aussi absorption des rayons excitateurs.

3° Analyse spectrale de la lumière émise par fluorescence. Il s'agissait ici de reconnaître les limites entre lesquelles s'étend le spectre produit par la fluorescence et de fixer la position du ou des maxima, suivant que le spectre fourni présentait une seule ou plusieurs bandes lumineuses séparées par des portions obscures. Dans cette portion de mon travail je me suis surtout appliqué à rechercher si des modifications dans la composition de la lumière incidente, c'est-à-dire, de la lumière qui excite la fluorescence, entraînent des modifications dans la lumière émise par le corps fluorescent; dans ce but j'employai différentes sources de lumière pour la production de la fluorescence.

La méthode employée dans ces recherches consistait en ce que la lumière fluorescente était renvoyée par un miroir convenablement disposé à cet effet sur la fente d'un grand spectroscope à l'aide duquel on l'analysait.

J'ai étudié en tout trente-six substances, je n'en citerai ici que quelques-unes qui sont peut-être moins connues.

*Dissolution d'alun de morin.* Ce liquide qui donne une belle fluorescence, couleur malaquite, s'obtient, comme M. Goppelsröder l'a montré, en dissolvant le précipité d'alun de morin (laque de Cuba) dans de l'alcool additionné d'acide chlorhydrique.

*Rose de naphtaline* (appelé en Angleterre rouge de Magdala) dissout dans l'alcool. Cette substance, qui rentre dans la catégorie des couleurs de goudron, a été découverte par M. Schiendl de Vienne, puis étudiée par M. A.-W. Hoffmann. Elle présente aussi une fluorescence remarquablement belle et intense, d'une lumière jaune.

*Acide thiomélique.* Quiconque a fait des études élémentaires de chimie, sait qu'après avoir chauffé quel-

que temps un mélange d'alcool et d'acide sulfurique, comme on le fait dans la préparation du gaz oléfiant, on obtient un résidu épais d'un noir verdâtre. M. *Erdmann* a donné à cette substance le nom d'acide thiomélique. M. Goppelsröder a attiré mon attention sur la fluorescence remarquable de ce liquide.

*Amide de l'acide phtalique* et *amide de l'acide téréphtalique.* Je désigne sous cette double dénomination deux substances dont les solutions dans l'alcool et l'éther donnent une belle fluorescence verte et bleue et que M. Hugo Müller, à Londres, a décrites comme des amides obtenus par la réduction de l'acide nitrophtalique et de l'acide nitrotéréphtalique.

*Phtaléine de résorcine* ou *fluorescéine.* Cette substance, qui donne une magnifique fluorescence verte, m'a été envoyée par M. Ad. Bæyer.

Je ne donnerai pas ici en détail les résultats de mes observations, ils se trouvent tout au long dans mon mémoire complet inséré dans les *Annales de Poggendorff.* Mais j'arrive tout de suite aux conclusions générales qui ressortent de mon travail, et je dois dire d'abord que la propriété dont il s'agit se présente sous les formes les plus variées. Il n'y a aucun doute que nous avons à faire ici à un phénomène qui, conformément à ce qui a lieu pour la plupart des effets physiques, dépend essentiellement de la constitution moléculaire et de la composition chimique, chaque corps se présentant comme individu isolé avec des propriétés caractéristiques spéciales, de telle sorte qu'il est très-difficile d'établir des lois générales suffisamment exactes. Dans la suite je chercherai à démontrer ce point de vue.

*Fluorescence dans le spectre* ou *spectre fluorescent.* A

la question de savoir si toutes les radiations du spectre sont capables d'exciter la fluorescence, nous pouvons donner une réponse affirmative. Seuls les rayons qui se trouvent au delà de B pourraient être exclus du nombre de ceux qui produisent la fluorescence, du moins je ne connais aucune substance qui soit fluorescente déjà dans cette portion du spectre. Mais si l'on considère que la lumière émise par la fluorescence est moins réfrangible que les rayons excitateurs, on comprend très-bien qu'une fluorescence excitée dans le rouge extrême ne soit plus visible pour notre œil.

Pour ce qui est de la plus ou moins grande extension de la fluorescence dans le spectre, on constate de très-grandes différences entre les diverses substances. Il y a des cas où la fluorescence ne commence que dans la portion violette, après la ligne G, comme, par exemple, dans le spathfluor et dans une dissolution que j'ai le premier étudiée et qui doit contenir du bisulfanthrachinon, tandis que dans d'autres cas la fluorescence s'étend presque à tout le spectre ainsi que cela a lieu pour la solution éthérée et alcoolique de la chlorophylle, la solution alcoolique du rose de naphtaline et de l'acide thiomélique. Du côté du violet extrême la fluorescence s'étend toujours au delà du groupe H.

Pour ce qui tient à l'intensité de la fluorescence dans les différentes portions du spectre, il se présente ce fait remarquable que dans un très-grand nombre de cas on constate plusieurs maxima de fluorescence différents, séparés par des bandes de minima relatifs. Les maxima ne sont pas tous également marqués, la différence d'éclat qu'ils présentent avec les minima qui les enveloppent varie également.

Le nombre de ces maxima de fluorescence change aussi beaucoup, c'est ainsi qu'on en observe sept, par exemple, avec la dissolution fraîche de chlorophylle, cinq avec la dissolution du noir de fumée dans l'alcool ou la térébenthine, trois avec le rose de naphtaline, la dissolution alcoolique de tournesol, la purpurine dans l'alun et le verre d'urane, deux avec la dissolution alcoolique de la résine de Gayak, enfin un seul avec la dissolution d'alun de morine et l'acide thiomélique, les dissolutions de sulfate de quinine, d'æsculine, de fraxine, de photène ou anthracène, de pétrole, et d'azotate d'oxyde d'urane.

*Corrélation de la fluorescence et de l'absorption.* Le fait que, partout où la lumière incidente produit la fluorescence, il y a en même temps absorption, est une conséquence de la loi de la conservation de la force vive qu'il était facile de prévoir. Dans mes observations j'ai vu continuellement cette absorption accompagner la fluorescence, souvent même le spectre d'absorption pouvait servir à déterminer plus exactement les maxima de la fluorescence. Ce qui est plus remarquable encore c'est le fait inverse reconnu déjà par Stokes que dans les corps fluorescents en général toute absorption est accompagnée de fluorescence, ce qui n'était pas nécessairement à prévoir, car chez les autres liquides colorés il y a souvent absorption de lumière sans fluorescence. Sur ce dernier point en particulier, mes recherches ont pleinement confirmé le lien déjà connu entre l'absorption et la fluorescence; néanmoins j'ai trouvé des cas où la substance étudiée donnait à certaines places, outre l'absorption correspondant à la fluorescence, une autre absorption particulière. C'est le cas, par exemple, de la dissolution aqueuse de tournesol, de la dissolution de purpurine dans la soude, de l'azotate d'oxyde d'urane solide ou dissout.

*Spectres de la lumière émise par fluorescence* ou *spectres de fluorescence.* J'ai apporté un soin tout particulier à l'étude et à la description des spectres de fluorescence qui se présentent sous les formes les plus variées, je ne relèverai ici que ce qui me paraît offrir un intérêt spécial.

Les diverses lumières émises par fluorescence présentent déjà la plus grande variété par leurs couleurs suivant qu'elles sont rouges, orangées, jaunes, vertes, bleues ou violettes. Mais ce n'est que par l'analyse spectrale qu'on peut se faire une idée exacte de la composition de cette lumière.

On constate en outre de très-grandes différences pour ce qui tient à l'extension du spectre de fluorescence. C'est le spectre de fluorescence de la chlorophylle qui est le moins étendu, il est si étroit qu'on pourrait presque admettre que la lumière émise de la sorte par fluorescence est une lumière rouge homogène. Les spectres de fluorescence de l'acide thiomélique, du spathfluor et d'autres encore présentent en revanche une très-grande extension; le spectre de fluorescence de ces corps renferme des rayons appartenant aux différentes parties du spectre du rouge au violet.

Un point intéressant à noter c'est que dans un très-grand nombre de cas le spectre de fluorescence offre une répartition très-inégale de l'intensité lumineuse : on a alors des spectres composés d'une série de bandes plus éclairées, maxima d'intensité lumineuse, séparées les unes des autres par d'autres bandes plus ou moins obscures. Il convient de remarquer cependant que ces bandes ne sont pas nettement tranchées, mais que le passage des unes aux autres se fait graduellement. Les bandes obscures ne sont pas absolument noires, mais sont des zones plus

ou moins ombrées. J'ai observé, par exemple, huit maxima dans le spectre de fluorescence de l'azotate d'oxyde d'urane, six maxima dans celui du photène ou anthracène et dans celui du pétrole, cinq maxima avec le verre d'urane et l'extrait de noir de fumée, trois maxima très-nets avec la dissolution de Gayak, trois maxima moins tranchés avec la fluorescéine, deux maxima également très-marqués avec la dissolution alcoolique de tournesol, avec la dissolution d'orseille et avec la dissolution fraîche de chlorophylle dans l'éther, deux maxima également, mais moins nets avec de l'oxyde de brasiline, le sulfate de quinine, l'æsculine et la teinture de curcuma, un seul maximum, par conséquent pas d'intermittence dans l'intensité de la lumière avec la dissolution d'alun de morin, le rose de naphtaline, l'acide thiomélique et le spathfluor.

La différence qui existe entre l'intensité lumineuse des maxima et des minima des spectres de fluorescence varie beaucoup; les maxima dans le cas de l'azotate d'oxyde d'urane forment des bandes très-nettes à bords tranchés, tandis qu'avec la fluorescéine, qui en apparence donne une fluorescence identique à celle de cette dissolution, on ne distingue presque pas de semblables intermittences.

On pourrait supposer que les interruptions dans le spectre projeté sur la surface d'une substance fluorescente correspondent aux intermittences du spectre de fluorescence, les unes étant la cause déterminante des autres. Il y a des cas où on pourrait croire à une semblable coïncidence; les dissolutions de noir de fumée, par exemple, donnent cinq maxima dans le spectre projeté à leur surface et cinq maxima aussi dans le spectre de fluorescence, mais ce qu'on observe dans un très-grand nombre d'autres cas démontre qu'on n'a, en tous cas, pas à faire ici à un rapport

simple. La dissolution fraîche de chlorophylle donne sept maxima dans le spectre projeté à sa surface et seulement deux dans le spectre de fluorescence; le rose de naphtaline donne trois maxima très-prononcés dans le premier cas et ne donne aucune intermittence dans le second; au contraire, l'azotate d'oxyde d'urane qui ne donne aucune interruption dans le spectre projeté à sa surface montre deux maxima très-marqués dans le spectre de fluorescence.

L'intermittence dans le spectre projeté aussi bien que dans le spectre de fluorescence peut s'expliquer dans un certain nombre de cas comme ceux des dissolutions de Gayak, de purpurine, d'orseille et de tournesol, par ce fait qu'ils sont un mélange de plusieurs substances colorantes. Néanmoins, dans d'autres cas où la substance colorante est un corps pur cristallisable, on ne peut plus voir dans le mélange la cause de l'intermittence.

### *Loi de Stokes.*

Nous avons déjà rappelé, au début de cet article, la loi de Stokes qui établit que la lumière émise par fluorescence n'est jamais plus réfrangible que les rayons excitateurs.

Dernièrement M. Lommel a contesté l'exactitude de cette loi en se basant pour cela sur une série d'observations exécutées par lui sur le rose de naphtaline et la chlorophylle. Mes propres expériences m'ont conduit, contrairement aux idées de M. Lommel, à reconnaître la parfaite exactitude de la loi de Stokes dans tous les cas possibles. Les autres lois qu'on a cru pouvoir introduire dans le domaine de la fluorescence n'ont pas, en revanche, trouvé leur vérification dans les recherches auxquelles je viens de me livrer.

### *Influence du dissolvant.*

Le liquide dans lequel est dissous la substance fluorescente exerce parfois une influence sur la nature de la lumière émise, mais ici encore on ne peut point établir de règle un peu précise. L'influence du dissolvant se manifeste dans beaucoup de cas par un déplacement des bandes de maxima dans le spectre projeté ; ainsi les dissolutions de l'amide de l'acide phtalique, de la chlorophylle, de la purpurine, etc., se distinguent des autres en ce que les bandes sont plus rapprochées du violet. La couleur de la fluorescence et la position des maxima du spectre de fluorescence changent aussi dans certains cas avec la nature du dissolvant, c'est ce que l'on voit, par exemple, avec l'amide de l'acide phtalique et les dissolutions de noir de fumée. D'autre part, il y a encore des cas où le dissolvant ne paraît exercer aucune influence, ni sur le spectre projeté à la surface du liquide, ni sur le spectre de fluorescence.

### *Influence de l'état d'agrégation.*

Lorsqu'un corps est fluorescent à l'état solide suit-il nécessairement qu'il doive l'être aussi à l'état liquide et inversement ? Cette question reçoit une réponse toute différente suivant les différents corps.

Il y a des corps comme le cyanure double de platine et de baryum, qui sont fluorescents à l'état solide et ne le sont absolument pas à l'état liquide. Il y en a d'autres tels que l'azotate d'oxyde d'urane qui comme solides donnent une fluorescence très-intense et comme dissolution n'en donnent qu'une très-faible. Il y a aussi des corps qui, dans ces deux états d'agrégation différents, sont très-fluorescents, c'est le cas du photène, du sucre de malt et de la

teinture de curcuma. En outre, certaines substances qui sont peu fluorescentes à l'état solide le sont très-fort en dissolution, par exemple, l'æsculine, le sulfate de quinine, la chlorophylle, les amides des acides phtalique et téréphtalique. Il y a enfin des corps qui, à l'état solide, ne sont absolument pas fluorescents tandis qu'ils le sont à l'état liquide, par exemple le rose de naphtaline.

### *Du rapport existant entre la phosphorescence et la fluorescence.*

Il est impossible jusqu'ici de décider si la phosphorescence et la fluorescence sont deux phénomènes absolument tranchés ou s'il y a un passage insensible de l'un à l'autre; néanmoins les présomptions sont en faveur de cette dernière manière de voir.

On ne pourra répondre d'une manière satisfaisante à cette question que lorsqu'on sera parvenu à constater chez quelques corps la persistance de la fluorescence pendant un certain temps, fût-il très-court. J'ai cherché à obtenir ce résultat, mais je n'y ai pas réussi, je n'ai pas néanmoins la prétention de donner ce fait comme décisif par la raison que mon appareil ne pouvait manifester qu'une persistance de $\frac{1}{1500}$ de seconde ou plus, tandis qu'il serait indispensable pour ce genre d'expériences d'opérer avec un appareil beaucoup plus sensible.

Je remarquerai encore que les spectres de fluorescence avec intermittence que nous avons constatés chez un grand nombre de corps présentent une analogie évidente avec les spectres des corps phosphorescents que M. Edm. Becquerel a étudiés et décrits. Ce fait tendrait encore à rapprocher ces deux ordres de phénomènes.

### *Théorie de la fluorescence.*

Je ne prétends pas me lancer ici dans la critique des différentes théories à l'aide desquelles on a cherché à expliquer la fluorescence. Je me bornerai à affirmer qu'aucune de ces théories ne suffit à rendre compte de l'immense variété des phénomènes et que les théories à venir n'y arriveront pas de longtemps.

Les idées émises par Stokes sont encore aujourd'hui la meilleure base à adopter pour un essai de théorie de la fluorescence. C'est ainsi que nous devons admettre avec lui que les ondulations de l'éther qui viennent frapper le corps fluorescent mettent en mouvement les molécules de ce corps et font qu'il devient lumineux par lui-même. Il y a dans ce fait une certaine analogie avec le phénomène acoustique des corps vibrant à l'unisson. Sur un point cependant la différence est très-grande ; l'analyse spectrale de la lumière de fluorescence excitée par la lumière homogène ne donne pas de la lumière homogène, mais une infinité de radiations de longueurs d'onde différentes. Sous ce rapport les spectres de fluorescence se rapprochent des spectres des corps solides incandescents. Si la lumière émanant d'un corps homogène présente ainsi une variété infinie de longueurs d'ondulations, cela ne peut s'expliquer comme Stokes l'a déjà montré que par l'action de forces qui ne sont pas seulement proportionnelles à la première puissance de l'amplitude et produisent de la sorte des ondulations pour lesquelles la durée d'oscillation est une fonction de l'amplitude. Il faut admettre des ondulations de ce genre dans le cas d'un corps solide incandescent, car sans cela on ne peut pas s'expliquer la continuité du spectre. L'incandescence d'un corps solide

constitue, selon moi, un problème relativement simple dont il est indispensable d'avoir la solution avant de prétendre expliquer l'émission de lumière par fluorescence. La lumière émise par les corps solides incandescents de nature absolument différente est, comme on le sait, identique, elle est donc indépendante de la constitution moléculaire intime, laquelle, au contraire, influe notablement dans le cas de la fluorescence et complique encore le phénomène. Il est clair que, outre les considérations théoriques à l'aide desquelles Stokes était forcé de justifier la loi qui porte son nom, il y a plus d'un point dont il importe de tenir également compte, c'est non-seulement la constitution moléculaire des corps, mais encore la masse plus ou moins grande de la molécule matérielle comparée à celle de l'atome d'éther qui la met en mouvement. Ce n'est, du reste, qu'à l'aide d'une théorie complète de la fluorescence qu'on arrivera à expliquer d'une manière satisfaisante la loi de Stokes. Ce qu'on a essayé jusqu'ici dans ce genre n'est qu'un ensemble d'hypothèses plus ou moins basardées. Ce que j'affirme seulement c'est que les théories qui s'écarteraient de cette loi ne mériteraient aucune créance.

---

# BULLETIN SCIENTIFIQUE.

## ASTRONOMIE.

P. TACCHINI. FENOMENI SOLARI, etc. PHÉNOMÈNES SOLAIRES ET AURORES BORÉALES DE JUILLET 1872. (*Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani,* août 1872.)

Dès le mois d'avril 1871, M. P. Tacchini a signalé la relation existante entre les aurores boréales et les protubérances solaires. Il a spécialisé cette relation en la rapportant à une catégorie particulière de phénomènes se produisant dans l'atmosphère solaire, qu'il appelle phénomènes secondaires. Ce sont des apparences brillantes de matières chromosphériques, mais qui se forment à distance de la chromosphère et sans son concours immédiat, et qui retombent sur le Soleil comme des pluies de feu, d'une durée très-variable et parfois très-restreinte. Il a déjà démontré la concordance remarquable qui se manifeste entre le développement de ces apparences sur le Soleil et l'observation d'aurores boréales à la surface de la Terre, même à des latitudes inférieures comme en Italie, où elles auraient probablement passé inaperçues sans les prévisions provoquées par l'examen spectroscopique du contour du disque solaire. La continuation de ces recherches a confirmé les conclusions de la première année d'études, et une occasion curieuse s'en est présentée le 8 juillet dernier par l'observation d'un magnifique nuage chromosphérique, avec accompagnement de pluie solaire, dans le voisinage d'un point du disque où venait de prendre naissance un beau groupe de taches, accompagné de facules. La persistance de son apparition pendant toute la journée du 8 juillet engagea M. Tacchini à télégraphier à Gênes pour y

éveiller l'attention des astronomes à l'égard des lueurs aurorales qui pourraient se présenter à l'horizon. Ces lueurs ne purent qu'être pressenties à Gênes par suite d'un ciel peu favorable : mais des nouvelles ultérieures, reçues de latitudes plus septentrionales, apprirent qu'en effet une splendide aurore boréale avait été vue à l'époque en Angleterre, en Irlande et en Bretagne. En même temps on constatait à Rome une violente perturbation magnétique.

---

C.-Piazzi Smyth. Spectroscopic Observations of the zodiacal Light in April 1872 at the Royal Observatory Palermo. (*Monthly Notices of the R. A. S.*, juin 1872.)

Des tentatives faites en 1871 à Édimbourg pour observer le spectre de la lumière zodiacale avaient complétement échoué. Profitant d'un séjour dans un climat plus favorisé, M. C.-P. Smyth en a fait de nouvelles en 1872 à Palerme, à une latitude de 40° 30′, en se servant de son spectroscope construit *ad hoc* à Édimbourg. La lumière zodiacale est visible en Sicile d'une manière parfaitement distincte, et voici quels sont les résultats auxquels ont abouti ces nouveaux essais.

Visant le phénomène avec une fente étroite, aucun spectre n'était perceptible, non plus qu'aucune lumière spectrale sous forme de raies, de bandes ou autrement, preuve que la lumière zodiacale n'est pas une lumière d'une réfrangibilité définie, mais composée de réfrangibilités variées, et répandue sur un champ assez considérable pour devenir invisible.

Si l'on agrandit la fente de l'instrument, alors on voit apparaître une portion éclairée, mal définie, de spectre continu, dans la région du vert, qui devient un peu plus brillante et aussi plutôt plus étendue lorsque la fente s'élargit. Toutefois son éclat est trop faible pour permettre de déterminer sa position avec les bandes du spectre par une comparaison directe.

Cette observation infirme les conclusions auxquelles sont parvenus d'autres astronomes, tendant à établir une analogie entre le spectre de la lumière zodiacale et celui des aurores boréales.

---

## PHYSIQUE.

WULLNER. SUR LA PRODUCTION DES DIFFÉRENTS SPECTRES DES GAZ. (*Naturforscher* du 14 septembre 1872 ; traduction.)

Dans la première séance tenue par la section de physique dans le congrès des naturalistes et médecins allemands de cette année, M. Wüllner a fait une communication concernant ses dernières recherches sur les spectres des gaz. Cette communication est résumée comme suit dans le compte rendu de cette réunion.

Par ses recherches antérieurs l'auteur était arrivé à supposer que l'on devait pouvoir obtenir simultanément dans un même tube spectral le spectre à bandes et le spectre à raies d'un gaz, et que ce ne sont point, par conséquent les mêmes molécules gazeuses qui donnent les deux spectres. Il réalisa, en effet, ce fait avec un tube de Plücker ordinaire rempli d'azote à 500$^{mm}$ environ : et comme les décharges de la bobine d'induction s'accomplissent aux très-basses pressions sans production d'étincelle, et que l'étincelle proprement dite n'apparaît qu'aux pressions déjà un peu supérieures, il était naturel d'admettre, que *le spectre à raies brillantes provient de l'étincelle proprement dite (trait de feu), et que le spectre à bandes résulte de la décharge diffuse sans étincelle.*

Pour vérifier cette hypothèse, l'auteur a employé des tubes ne différant que peu des tubes de Plücker ordinaires; ils sont cylindriques, ont 2$^{cm}$ de diamètre et 10$^{cm}$ de longueur, munis de tubes de raccordement et de robinets de verre. On observait les décharges au miroir tournant, pour reconnaître exactement leur nature, en même temps qu'on étudiait le spectre particulier à chacun des différents modes de

décharge. Ces expériences confirmèrent pleinement l'hypothèse ci-dessus énoncée. Avec l'azote, l'oxygène et l'hydrogène on n'obtint aucune trace du spectre à raie, tant qu'on n'apercevait pas d'étincelle proprement dite au miroir tournant; l'azote et l'hydrogène donnaient les spectres à bandes bien connus, et l'oxygène montrait un champ vert pâle d'une intensité lumineuse trop faible pour qu'on pût y distinguer des bandes. Mais dès que l'étincelle proprement dite se fût produite, les lignes brillantes du spectre de second ordre apparurent, et en nombre de plus en plus considérable à mesure que le trait de feu devenait plus brillant. Dans ces larges tubes on put de la sorte suivre pas à pas les variations des spectres des gaz.

L'apparence que la décharge revêtit dans l'hydrogène était assez particulière. l'étincelle apparut d'abord seulement à l'électrode positive, ne s'étendant que jusqu'au milieu du tube environ, cédant la place à partir de là à la décharge diffuse. La pression venant ensuite à augmenter l'étincelle apparut aux deux électrodes, mais plus au milieu. Ce ne fut qu'aux pressions plus élevées que l'étincelle traversa le tube en entier.

Ces observations viennent à l'appui de l'opinion qui admet la multiplicité des spectres des gaz d'après la théorie de M. Zöllner sur l'influence que l'épaisseur d'une couche gazeuse exerce sur la qualité de la lumière qui en émane. Dans l'étincelle ce sont seulement des molécules isolées qui émettent de la lumière, c'est pourquoi dans le spectre qu'elle produit n'apparaissent que les maxima du pouvoir émissif sous forme de lignes brillantes; dans la décharge diffuse, au contraire, la source lumineuse est une couche gazeuse d'une certaine épaisseur.

L'auteur a aussi étudié les spectres fournis par l'auréole négative, ils se rapprochent sensiblement des spectres à bandes des gaz, mais présentent, en outre, un certain nombre de raies du spectre de second ordre.

A. SCHUSTER. UEBER DAS SPECTRUM DES STICKSTOFF'S. SUR LE SPECTRE DE L'AZOTE. (Mémoire lu à la *Société royale de Londres*, le 20 juin 1872; *Pogg. Ann*., t. CXLVII, p. 106.)

La question de savoir si le spectre d'un même gaz varie ou non avec les différentes circonstances de pression, de température ou autres dans lesquelles on le place, est aujourd'hui une des plus discutées de la physique. Soulevée pour la première fois par le travail de Plücker et Hittorf sur les deux spectres de l'azote, elle a été reprise longtemps après par M. Wüllner qui a complété les observations de ces deux physiciens sur l'azote et les a étendues à l'hydrogène, à l'oxygène et au carbone [1], avec chacun desquels il a obtenu plusieurs spectres différents. On vient de lire dans l'article qui précède un court résumé des dernières recherches de ce savant sur cet important sujet. D'autre part, la multiplicité des spectres d'un même gaz a été combattue par divers auteurs, en particulier par M. Angström qui attribue la formation des nouveaux spectres obtenus par M. Wüllner à la présence de gaz étrangers [2], et qui admet d'une manière générale que les bandes cannelées si caractéristiques des spectres des oxydes métalliques, ne se retrouvent jamais dans ceux des gaz simples. Le travail dont nous rendons compte ici vient à l'appui de cette dernière manière de voir, M. Schuster conclut du moins de ses expériences :

1° *Que l'azote pur ne donne qu'un seul spectre;*

2° *Que ce spectre est le spectre à raies ;*

3° *Que les bandes cannelées du spectre de premier ordre appartiennent aux oxydes d'azote qui se forment sous l'action de la décharge électrique.*

Ayant répété l'expérience du Père Secchi qui consiste à

[1] Voyez *Archives*, 1869, tome XXXV, p. 119, et tome XXXVI, p. 34; 1871, tome XL, p. 305; 1872, tome XLIII, p. 328.

[2] Voyez *Archives*, 1871, tome XLII, p. 87.

faire passer la décharge dans un tube à azote, formé de trois segments cylindriques de diamètres différents. il n'obtint point trois spectres distincts, mais vit partout le spectre à raies brillantes de l'azote. Puis subitement pendant l'observation le spectre à bandes apparut, pour céder ensuite de nouveau la place au spectre de second ordre après l'introduction d'une bouteille de Leyde dans le circuit. L'auteur attribua cette variabilité du spectre et la ressemblance évidente entre le spectre à bandes ainsi obtenu et le spectre des oxydes métalliques à la présence d'oxygène dans le tube.

En effet, dans une série d'expériences subséquentes il reconnut :

1° Que chaque fois que le spectre cannelé apparaissait, on pouvait démontrer avec la plus entière certitude qu'il y avait des traces d'oxygène dans le tube.

2° Que dans tous les cas où on pouvait être sûr qu'il n'y avait absolument pas d'oxygène dans le tube, c'était régulièrement le spectre de second ordre qui se montrait, quelles que fussent, du reste, la pression et la température auxquelles le gaz fût soumis.

Pour écarter toute trace d'oxygène, l'auteur employait un procédé qui lui avait été indiqué par M. Stewart et qui consistait à introduire dans le tube de Geissler de petits morceaux de sodium qu'on échauffait ensuite après avoir raréfié le gaz, de façon à le maintenir en fusion jusqu'à ce qu'il arrivât à présenter une surface brillante.

L'azote était préparé par le procédé qui consiste à faire brûler du phosphore dans l'air. L'étincelle, dans le gaz ainsi obtenu et raréfié, était d'abord violette et donnait le spectre cannelé : mais après la fusion du sodium elle était d'un bleu pâle et le spectre fourni était le spectre de second ordre avec sa raie verte caractéristique. L'expérience fut souvent répétée et le résultat constamment le même. Lorsque la quantité de sodium n'était pas suffisante pour l'absorption complète de l'oxygène, on observait un mélange des deux

spectres et ce mélange s'obtenait à des pressions très-différentes; ce n'est donc pas la pression qui en est la cause déterminante, mais bien la présence d'une quantité très-faible d'oxygène[1].

---

## MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

### Delesse et de Lapparent. Revue de géologie pour les années 1869 et 1870. Tome IX.

La Revue que MM. Delesse et de Lapparent publient depuis 1860, et qui en est aujourd'hui à son neuvième volume, est bien connue de tous ceux qui s'occupent d'études géologiques. Outre l'avantage qu'on trouve à avoir réunie sous les yeux une collection considérable de notes et une abondante bibliographie, il n'est pas sans intérêt de pouvoir embrasser d'un seul coup d'œil les progrès accomplis pendant un an dans la marche de la science et de comparer, à ce point de vue, les divers volumes de cette publication périodique. En coordonnant méthodiquement et condensant en un volume un très-grand nombre de travaux disséminés dans les publications les plus diverses et dont plusieurs sont peu répandues, les auteurs font connaître beaucoup de documents précieux qui, sans cela, échapperaient facilement à l'attention d'une grande partie du public scientifique. On trouve dans chaque volume le résumé succinct de la plupart des travaux de quelque importance qui ont paru dans le courant de l'année précédente; il renferme aussi bon nombre d'observations inédites et des analyses de roches exécutées dans divers laboratoires de Paris.

[1] Cet article était déjà composé lorsque nous avons eu connaissance d'un autre travail de M. Schuster sur l'hydrogène, duquel il résulterait que ce gaz n'a également qu'un seul spectre, spectre aux trois raies brillantes, et que le spectre à bandes obtenu par M. Wüllner appartient à l'acétylène. Nous y reviendrons dans notre prochain numéro.

Ce nouveau volume, consacré aux années 1869 et 1870 est divisé en trois parties : 1° les roches, 2° les terrains, 3° la géologie dynamique. M. Delesse s'est occupé des roches, des phénomènes actuels et du métamorphisme ; M. de Lapparent a rendu compte des observations faites sur les terrains et les systèmes de montagnes ; le reste du travail a été fait en commun par ces deux éminents géologues.

La première partie est de beaucoup la plus considérable : après un paragraphe consacré aux propriétés générales des roches, l'auteur passe en revue les travaux sur les combustibles, les roches calcaires, siliceuses, argileuses, feldspathiques, etc., puis les roches métallifères.

Dans la seconde partie, ce sont les travaux relatifs aux terrains mésozoïques qui tiennent la plus grande place. Dans la troisième, les auteurs traitent successivement de l'atmosphère, des eaux, de la chaleur, des modifications des roches (pseudomorphisme et métamorphisme), des mouvements de l'écorce terrestre, des systèmes de montagnes, des failles et des météorites.

Parmi les travaux inédits, je signalerai les recherches faites par l'un des auteurs de la Revue sur des roches métallifères de l'Espagne. M. Delesse décrit un gîte de fer oxydulé, situé sur la commune de Lezaca (Navarre espagnole), encaissé dans un schiste de transition à petite distance du granit : il décrit aussi des gîtes importants de fer spathique, partiellement changés en limonite, des environs d'Irun, en Espagne, non loin de la Bidassoa, et des filons de fer spathique très-cuprifère situés aux environs d'Ainhoue (Basses-Pyrénées).

Enfin, dans le chapitre consacré au métamorphisme, M. Delesse relate ses observations sur l'ophite d'Espelette (Basses-Pyrénées) qui empâte souvent des fragments de quartz et de schiste ; ces roches y sont en fragments anguleux et ne sont nullement altérés par l'ophite qui les enveloppe. Il faut donc que cette roche ait fait éruption à une température bien inférieure à celle du basalte.

---

## ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Victor FATIO. FAUNE DES VERTÉBRÉS DE LA SUISSE. Vol. III : REPTILES ET BATRACIENS. In-8°, 616 pages avec 5 planches, dont 3 coloriées. Genève et Bâle, 1872.

Ce troisième volume de la faune de M. Fatio n'est en réalité que le second qui ait vu le jour. Celui qui aurait dû, suivant l'ordre zoologique, le précéder immédiatement, paraîtra plus tard. Nous ne devons pas nous plaindre de cette interversion qui ajourne la publication du volume consacré aux oiseaux; en effet, l'on possède sur l'ornithologie européenne de nombreux ouvrages dans lesquels nous trouvons facilement tous les renseignements désirables sur les oiseaux qui habitent nos contrées d'une manière permanente, les visitent régulièrement aux époques de leurs passages, ou y apparaissent accidentellement. Une histoire des oiseaux de la Suisse, bien qu'utile, n'est donc pas absolument indispensable. Pour les Reptiles et les Batraciens, au contraire, nous n'avions jusqu'à présent que quelques travaux monographiques très-limités, ou des ouvrages généraux dans lesquels les espèces européennes sont noyées au milieu de la multitude des espèces étrangères. Dans ces grandes publications, telles que l'Histoire des Reptiles par Duméril et Bibron, l'ouvrage de Schlegel sur les Serpents, ou les Catalogues du British Museum, les auteurs, débordés par l'ampleur du sujet, n'ont pas pu accorder à l'étude des variétés, aux questions de géographie zoologique et à la description des mœurs, le temps et les soins que l'on peut exiger d'un naturaliste qui restreint son champ d'observation à un petit pays comme le nôtre. Une histoire détaillée des Reptiles et des Batraciens de la Suisse comble, par conséquent, une fâcheuse lacune de notre littérature zoologique.

La faune erpétologique de la Suisse n'a pas de caractères tranchés : elle compte à peu près toutes les espèces de l'Europe moyenne et centrale, mais elle n'en possède aucune

qui lui soit propre. En raison de la faible étendue de son territoire, la Suisse ne présente pas des éléments suffisants pour l'étude de la distribution horizontale des animaux qui l'habitent; elle offre, par contre, de nombreux faits intéressants de distribution verticale. Avec ses altitudes si variées, elle reproduit sur un espace restreint la distribution numérique des Reptiles que l'on observe en allant des régions tempérées vers les régions polaires. Ainsi, tandis que dans les plaines et les vallées basses on trouve vingt-neuf Reptiles et Batraciens, ce nombre déjà assez restreint va en diminuant rapidement à mesure que l'on s'élève sur les flancs des montagnes. A 2.000 mètres on ne rencontre plus guère que deux espèces de Reptiles et quatre de Batraciens. Sur ces six espèces, trois seulement sont communes avec la plaine. Avec les différences dans l'habitat se lient des particularités physiologiques dues évidemment à l'influence du milieu spécial dans lequel vivent les espèces alpestres. L'année se partage pour elles, comme pour les espèces de la plaine, en deux périodes, l'une de chaleur et d'activité, l'autre de froid et de repos. Seulement ici la période d'engourdissement s'allonge et la période d'activité se raccourcit: en sorte que le temps disponible pour les amours et le développement d'une nouvelle génération est extrêmement réduit. Un résultat remarquable de ce changement dans les conditions vitales, c'est que, d'une part, comme le fait ressortir M. Fatio, les trois espèces le plus exclusivement attachées à la montagne (*Lacerta vivipara*, *Pelias berus*, *Salamandra atra*) sont vivipares, de telle sorte que leurs petits échappent aux dangers auxquels ils pourraient être exposés dans leur état larvaire, et que, d'autre part, les espèces qui vivent également dans les parties plus basses et plus chaudes du pays, se développent dans les Alpes autrement que ne le font les individus de la plaine. Le lecteur trouvera des détails intéressants sur ce sujet dans les chapitres consacrés à la *Rana temporaria* et au *Triton alpestris*; celui qui traite de

la *Salamandra atra* contient de nombreux faits nouveaux et importants relatifs au développement de cette espèce.

Le nombre des espèces admises par Schinz dans son catalogue se montait à trente-trois, et était, par conséquent, plus élevé que celui que reconnaît M. Fatio. Cela tient à ce que Schinz avait introduit à tort dans la faune suisse des Reptiles et des Batraciens qui ne lui appartiennent pas, et qu'il avait séparé spécifiquement des formes que l'on n'admet aujourd'hui que comme simples variétés. Parmi les espèces douteuses, il en est une sur laquelle M. Fatio a réuni de nombreux documents sans arriver cependant à une conclusion bien certaine, soit dans un sens positif, soit dans un sens négatif, c'est la *Cistudo europœa*. Cette tortue, qui habite l'Europe méridionale et orientale, paraît avoir été abondante il y a deux siècles dans certaines parties du pays, telles que les cantons de Zurich et de Neuchâtel. Depuis quelques années on a signalé de nombreuses captures de la Cistude dans diverses localités, mais la plupart des cas de ce genre paraissent s'expliquer par des réintroductions artificielles. La Suisse semblerait, en conséquence, être complétement privée de Chéloniens. Les Sauriens y sont peu nombreux : M. Fatio n'en admet que cinq (*Lacerta* 4, *Anguis* 1). Les Ophidiens aglyphodontes sont représentés par six espèces (*Elaphis* 1, *Tropidonotus* 3, *Coronella* 1, *Zamenis* 1); les Toxodontes par deux espèces (*Pelias* 1, *Vipera* 1). Une septième espèce est indiquée avec doute, c'est le *Tropidonotus fallax*, qui a été décrit d'après un seul individu du Musée de Berne contenu dans un flacon portant l'étiquette « Suisse. » Les Batraciens, quoique comptant un genre de moins que les Reptiles, sont un peu plus nombreux en espèces que ceux-ci ; les recherches de l'auteur lui ont fait reconnaître d'une manière authentique la présence de neuf Batraciens anoures (*Rana* 3, *Alytes* 1, *Bombinator* 1, *Bufo* 3, *Hyla* 1), et de six Batraciens urodèles (*Salamandra* 2, *Triton* 4). Les *Pelodytes punctatus*, *Pelobates fuscus* et *Triton marmoratus*

sont décrits, bien qu'éliminés de la liste des espèces suisses à laquelle on les avait joints à tort.

L'auteur donne pour chaque espèce, outre le nom latin, les noms français, allemands et italiens sous lesquels elle est connue dans les différentes parties du pays. De courtes diagnoses et des tableaux dichotomiques permettent de déterminer promptement les espèces. Après les diagnoses l'on trouve des descriptions détaillées dans lesquelles l'espèce est caractérisée d'une manière complète. Celles-ci sont suivies à leur tour des caractères différentiels des adultes et des jeunes, des mâles et des femelles, et de toutes les variétés observées. Il est seulement un point accessoire qui nous paraît laisser un peu à désirer. L'on ne trouve pas toujours mentionnés dans la synonymie les auteurs dont les ouvrages ont le plus d'autorité ou qui ont traité de quelque groupe spécial de l'erpétologie suisse. Nous remarquons presque partout, dans les synonymies, une absence complète de renvois aux ouvrages classiques de Duméril et Bibron, Gray, Günther, etc., tandis que nous avons une abondance de citations renvoyant aux détestables compilations d'Aldrovande, de Seba et autres auteurs pré-linnéens. Il est regrettable également que M. Fatio n'ait pas cru devoir indiquer la date des ouvrages cités, ou du moins classer ceux-ci par ordre chronologique. Mais, nous le répétons, ces critiques ne portent que sur des points tout à fait secondaires. La partie descriptive est, en somme, traitée d'une manière très-complète, et l'auteur ne s'est pas borné à faire connaître les caractères extérieurs des espèces : son ouvrage contient des chapitres fort intéressants sur les mœurs et l'organisation des Reptiles et des Batraciens. La partie physiologique n'a point été négligée : l'on trouvera beaucoup de renseignements sur la voix et les sens chez les Batraciens, sur le venin des Serpents et la sécrétion vénéneuse de certains Batraciens, sur la reproduction des membres chez les Urodèles, etc. Ce qui con-

cerne l'accouplement, la ponte et le développement a été traité *con amore*, et beaucoup de faits nouveaux dus aux observations personnelles de l'auteur sont venus augmenter les connaissances que nous possédions déjà sur ce sujet. La distribution géographique est donnée pour chaque espèce, non-seulement d'une manière générale, mais elle est en outre toujours coordonnée avec les modifications locales que l'espèce présente dans les différentes régions qu'elle habite. Ajoutons que le volume se recommande par son exécution typographique, ainsi que par l'exactitude et l'élégance des figures qu'il contient.

Si chaque pays de l'Europe possédait un ouvrage semblable sur ses Vertébrés, nos connaissances relatives aux animaux de cet embranchement présenteraient un degré de perfection qu'elles sont encore bien loin d'avoir atteint.

A. H.

---

Dr Emile Heubel. Experimentelle Beitræge, etc. Recherches expérimentales relatives aux caractères chimiques et a l'action toxique de la fumée de tabac. (*Central-Blatt für die Medicinischen Wissenschaften*, octobre 1872, p. 641.)

Il ne paraissait pas anciennement douteux que les effets toxiques du tabac fussent dus à la nicotine qu'il contient ; mais dans ces dernières années plusieurs auteurs se sont demandé si les symptômes produits par l'acte de fumer ou par des lavements de tabac sont dus à la nicotine ou à diverses autres substances qui se trouveraient dans la fumée de tabac.

Bien plus, certains auteurs, et en particulier MM. Vohl et Eulenburg [1], en instituant des expériences à cet égard, ont

[1] Vierteljahrsschrift für gerichtl. und öffentl. Medecin, N. F. Bd XIV, p. 249, et Central-Blatt, 1871, p. 429.

cherché à démontrer que la nicotine, vu son excessive altérabilité, se décompose à la température élevée, nécessaire pour la combustion du tabac, et se réduit en produits divers, tels que la picoline, alcali isomère de l'aniline. C'est à ces produits secondaires que seraient dus, pour MM. Vohl et Eulenburg, les effets physiologiques produits par le tabac à fumer.

Dans le but d'éclaircir cette question obscure et intéressante, M. Heubel a institué à Erlangen, d'après les conseils et dans le laboratoire de M. le professeur Rosenthal, une série d'expériences physiologiques.

Dans ces recherches l'auteur a employé des cigares faits avec le tabac le plus commun du Palatinat. Vingt-cinq cigares étaient employés pour chaque expérience. La fumée aspirée au moyen d'un aspirateur était conduite à travers un appareil de Liebig bien refroidi, elle traversait de l'eau distillée, de l'alcool, de l'acide sulfurique concentré, auxquels l'auteur ajouta une fois une solution concentrée de potasse, puis venait se condenser dans un petit vase de verre.

L'auteur obtint ainsi un liquide brunâtre, ayant l'odeur bien connue du jus de tabac, d'un goût âcre et offrant une réaction alcaline. L'action physiologique de ce liquide fut étudiée sur des grenouilles chez lesquelles l'action de la nicotine est bien connue.

Sans nous étendre sur les détails de ce mémoire, nous nous contenterons d'en traduire les conclusions par lesquelles l'auteur le termine.

1° La fumée de tabac contient incontestablement de la nicotine dont la présence est démontrée, soit par l'analyse chimique, soit par l'analyse physiologique.

2° La nicotine apparaît toujours lors de la combustion lente (acte de fumer) des espèces de tabac relativement riches en nicotine ; l'alcaloïde se retrouve en notable proportion dans la fumée.

3° La nicotine se retrouve dans la fumée de tabac, surtout à l'état de sels de nicotine.

4° Le fait, que la nicotine, malgré sa notable volatilité et son peu de stabilité, n'est pas complétement décomposée dans l'acte de fumer, semble s'expliquer par la circonstance que, soit dans les feuilles de tabac, soit dans la fumée de tabac, la nicotine n'est pas à l'état d'alcaloïde pur, mais à celui de sels de nicotine plus stables.

5° Les phénomènes que produit la fumée de tabac sur l'organisme de l'homme et des animaux sont principalement dus à la nicotine que contient cette fumée. Dr P.

Dr J.-B. Langlet. Étude critique sur quelques points de la physiologie du sommeil. Thèse de Paris, 1872, éditée chez Louis Leclerc, libraire.

L'auteur de ce mémoire cherche, soit en répétant les expériences de ses devanciers, qu'il analyse avec soin, soit en instituant de nouveaux procédés d'observation, à se rendre compte de l'état de la circulation cérébrale pendant le sommeil.

Sans parler des anciennes théories plus ou moins obscures qui avaient été avancées pour expliquer le sommeil, rappelons que M. Durham (1860) et M. Hammond (1866), chacun de leur côté, par des expériences devenues célèbres, crurent avoir démontré que pour le cerveau, l'anémie correspondait à la période de repos aussi bien que la congestion correspondait à la période d'activité de l'organe. Cette manière de voir, née de l'expérimentation, admise par M. Guéneau de Mussy (1866), M. Régnard (1868), M. Cl. Bernard et d'autres, a été généralement acceptée par les physiologistes et la théorie de l'anémie cérébrale, comme cause du sommeil, a succédé à la théorie de la congestion qui longtemps avait seule tenu la place.

Les expériences fondamentales des auteurs signalés ci-dessus consistaient surtout à mettre à nu une partie du cerveau d'un animal et à observer la manière dont se comportait l'organe pendant le sommeil naturel, ou pendant le sommeil artificiel dû à divers anesthésiques. Remarquant généralement alors que le cerveau, après avoir fait saillie au début de l'anesthésie, s'affaissait et semblait pâlir pendant le sommeil, ils en conclurent que pendant le sommeil il y a anémie cérébrale.

M. Langlet croit que cette manière d'expérimenter est sujette à de nombreuses causes d'erreurs, et que les conclusions que l'on en tire ne sont pas exactes. Le sommeil produit par les anesthésiques est précédé par une période d'excitation : ces agents amènent une gène souvent considérable de la respiration et des efforts violents qui modifient trop la circulation cérébrale pour que l'on puisse se faire une idée nette de l'état dans lequel se trouve le cerveau mis à nu.

M. Langlet pense qu'il est mieux de recourir à des moyens indirects pour observer l'état de la circulation cérébrale pendant le sommeil. Il cherche en particulier à se rendre un compte exact de la relation qui existe entre l'état de dilatation plus ou moins considérable des pupilles et la circulation cérébrale, afin d'avoir dans l'examen des pupilles un critérium facile à observer qui puisse, pour ainsi dire, lui servir de miroir de la circulation cérébrale.

Les causes qui anémient le cerveau amènent, comme il le prouve expérimentalement, une dilatation pupillaire ; la congestion de l'organe s'accompagne d'une contraction pupillaire.

De nombreuses observations de la pupille, faites surtout chez des enfants, ont démontré à M. Langlet que la pupille est, comme l'avait déjà observé M. Gubler, contractée pendant le sommeil, la pupille se dilatant au réveil.

Or, rapprochant ces deux faits, M. Langlet croit pouvoir en

conclure que le sommeil, étant accompagné de contraction pupillaire, doit être accompagné de congestion et non d'anémie cérébrale qui produirait, au contraire, une dilatation de la pupille.

L'auteur cherche à confirmer cette opinion par des preuves tirées de la pathologie, et cherche à démontrer que c'est dans les affections de nature anémique, amenant un appauvrissement du sang (chlorose, anémie, convalescence de maladies graves, etc., etc.) que l'on observe souvent l'insomnie, et que c'est bien plutôt dans les affections qui produisent la congestion cérébrale que l'on observe la somnolence.

Pour M. Langlet l'anémie cérébrale, quoique n'étant pas incompatible avec un sommeil régulier, détermine le plus ordinairement des phénomènes tout autres. Si le sommeil peut se rencontrer avec une forte congestion ou avec une anémie, même considérable, il n'est vraiment réparateur que lorsqu'une légère augmentation de l'afflux sanguin permet aux échanges nutritifs de se faire avec activité.

C'est en effet dans ce fait de la nutrition du cerveau bien plus que dans une plus ou moins grande vascularité qu'est le grand intérêt de cette question du sommeil.

L'auteur avoue, en terminant, que de nombreuses lacunes existent encore dans cette question. Malgré cela nous pensons qu'il n'est point inutile de signaler un travail contenant des faits nombreux qui semblent être contraires à la théorie de l'anémie cérébrale assez généralement admise comme cause du sommeil. D$^{r}$ P.

---

H. DE LACAZE DUTHIERS. DÉVELOPPEMENT DES CORALLIAIRES. Premier mémoire : ACTINIAIRES SANS POLYPIER. (*Archives de Zoologie expérimentale* : tome I, p. 289-396 : pl. XI-XVI. 1872.)

Les recherches de M. de Lacaze Duthiers nous révèlent des faits curieux et inattendus qui démontrent d'une manière

particulièrement frappante combien il est dangereux de vouloir se rendre compte de la formation des organes d'après leur apparence chez les animaux adultes.

Nous sommes habitués à voir la symétrie des parties chez les êtres organisés dominer davantage pendant la période embryonnaire qu'à l'état adulte. Les arrêts ou les excès de développement tendent, en général, à détruire plutôt qu'à faire naître cette symétrie. Les parties homologues d'une fleur ou d'un fruit, les appendices d'un animal articulé, etc., peuvent se présenter avec des différences notables de taille ou de forme dans leur état définitif bien qu'au commencement ils aient tous été semblables les uns aux autres. Aussi, lorsque nous trouvons une égalité et une symétrie dans ces organes arrivés à leur développement complet, nous supposons que cela est dû à une persistance de l'état primitif. C'est par suite de cette idée que l'on avait admis jusqu'à présent que, dans un polype, les cloisons ou les tentacules d'un même cycle, étant égaux entre eux, devaient être du même âge, c'est-à-dire avoir apparu simultanément. On était même allé jusqu'à formuler la loi suivante : « Les cloisons dans chaque calice des polypiers ayant même grandeur ont même âge et correspondent à une même formation ; les cloisons les plus grandes, les plus développées sont les plus âgées, les premières formées. »

M. de Lacaze Duthiers démontre jusqu'à l'évidence que cette loi établie *a priori* est fausse. L'observation prouve, en effet, que la régularité presque mathématique que l'on observe dans les loges peri-œsophagiennes ou les tentacules d'une Actinie n'existe pas lors de la première appartion de ces parties, et que la symétrie qu'elles présentent plus tard est le résultat d'une inégalité de croissance qui donne naissance à des cycles réguliers.

Les études de l'auteur ont porté sur l'*Actinia mesembryanthemum*, sur deux espèces de *Sagartia* et sur la *Bunodes gem-*

*macea.* C'est la première de ces espèces qu'il a suivie de la manière la plus complète dans tout son développement.

M. de Lacaze Duthiers n'a jamais pu être témoin du fractionnement; il suppose que la fécondation s'effectue dans l'ovaire et que c'est là que se passe le phénomène de la division du vitellus.

L'œuf au sortir de l'ovaire est revêtu d'une couche d'aspérités qui disparaît très-vite après la chute des œufs dans la cavité viscérale.

L'embryon se montre, en général, d'abord ovoïde, quelquefois sphérique ; il peut, du reste, changer assez de forme sous l'influence d'expansions ou de contractions plus ou moins fortes. Sa surface se recouvre bientôt de cils vibratiles; en même temps l'une des extrémités devient un peu conique et est terminée par une touffe de cils plus développés, quelquefois très-longs, tandis que l'autre devient obtuse. Sur l'aplatissement de cette extrémité il se forme une dépression allongée entourée d'un bourrelet circulaire et conduisant dans une cavité interne: c'est la bouche. On voit ensuite la couche transparente qui constitue le revêtement externe de l'embryon, s'avancer vers le centre suivant deux méridiens opposés qui correspondent à peu de chose près au milieu de la longueur de la bouche. C'est ainsi que se forment les deux premières cloisons qui sont, par conséquent, situées dans un plan perpendiculaire à celui du grand axe de la fente buccale. Vu par le côté buccal l'embryon a l'apparence d'un 8, et la comparaison est d'autant plus juste que, de même que pour les boucles du 8, l'une des moitiés produites par cet étranglement, ou la supérieure, est plus petite que l'autre, ou l'inférieure.

La première trace des cloisons et, par conséquent, des loges de l'Actinie n'est donc point radiaire, mais bien paire.

La formation des replis du second ordre a lieu exactement comme celle des replis de premier ordre. Ils apparaissent dans

la plus grande des deux moitiés, qui se trouve ainsi divisée en 3 portions, dont l'impaire est presque aussi grande que la deuxième moitié primaire qui lui est opposée. A ce moment l'embryon vu par la face buccale présente quatre parties, dont deux se trouvent en continuation du grand axe de la bouche et les deux autres en continuation du petit axe. On peut exprimer le nombre des parties qui existent pendant cette phase par la notation suivante, dans laquelle la petite moitié est indiquée la première : 1+(2+1). A partir de ce moment les deux premières loges formées resteront opposées l'une à l'autre aux extrémités de la bouche, et impaires; les autres se formeront toujours symétriquement et par paires de chaque côté du grand axe buccal.

La troisième paire de cloisons se développe par l'intercalation des deux nouvelles cloisons dans la plus petite des deux moitiés primitives qui était restée jusque-là indivise, et qui se trouve ainsi partagée en trois parties à peu près égales. On avait eu d'abord trois loges pour la grande moitié : on en a maintenant trois aussi pour la petite, et cette phase de 6 loges peut être exprimée par la notation (1+2)+(2+1).

Mais cette phase dans laquelle l'on rencontre le nombre 6 est très-vite franchie, très-fugace, et il est rare que l'on ne voie pas apparaître, en même temps que les cloisons de la troisième paire, l'origine de celles de la quatrième paire qui naissent dans la grande moitié. Le nombre des lobes ou loges passe ainsi rapidement de 4 à 8. Cette phase de 8 peut être représentée par 3+5, trois désignant le nombre des loges de la petite moitié et cinq celui des loges de la grande. On peut décomposer cette notation de la manière suivante : (1+2)+(2+2+1).

La période du nombre 8, comme celle du nombre 4, coïncide avec un temps d'arrêt : il ne se fait pas de nouveaux changements jusqu'à ce que les cloisons aient atteint le centre et que les loges se soient égalisées. C'est dans cette pé-

riode que se forme un péristome ovalaire délimitant la fente buccale.

Du nombre 8 on passe au nombre 10 par la formation de deux nouvelles cloisons ($5^{me}$ paire) dans la loge de la grande moitié la plus voisine des cloisons primaires. La distribution des loges dans les deux moitiés peut alors être exprimée comme suit: $(1+2)+(2+2+2+1)$. C'est pendant cette période que le péristome devient polygonal.

La phase du nombre 10, comme celle du nombre 6, ne dure que très-peu de temps. Les $5^{me}$ et $6^{me}$ paires de cloisons apparaissent presque simultanément, de sorte que le nombre des loges passe très-rapidement de 8 à 12. La $6^{me}$ paire de cloisons se formant dans la moitié supérieure, l'on a alors pour formule des loges $(5+7)$ ou $(1+2+2)+(2+2+2+1)$.

Les observations précédentes suffisent pour montrer que le nombre 6 ne représente qu'une étape passagère qui fait rapidement place au nombre 8, et que le nombre 12 n'est pas dû, comme on le croyait jusqu'à présent, à deux cycles successifs de 6 loges. Le résultat final est, il est vrai, le même, mais la marche suivie est d'abord celle d'une symétrie paire et non radiaire. L'on peut donc établir qu'il y a « d'abord production du nombre des éléments, soit de la quantité, ensuite régularisation des proportions conduisant à une symétrie qui, en apparence, semble avoir une origine autre que celle qu'on trouve en étudiant l'évolution. »

La même loi s'observe dans le développement des tentacules qui sont des prolongements supérieurs des loges. On peut souvent constater déjà l'existence de ceux-ci sur des embryons qui n'ont encore que 8 loges. Le tentacule qui apparaît le premier est celui qui prolonge l'une des deux loges primaires ou impaires, et presque toujours celle du lobe impair correspondant à la plus grande des deux moitiés primitives. Il se développe d'abord plus que les autres et s'élève en forme de corne. Le nombre 8 se montre très-rapidement, et l'on arrive au nombre 12 sans que jamais 6

tentacules se soient formés égaux et que six autres aient apparu tous ensemble entre ces premiers.

Lorsque les 12 tentacules sont nés, il y a une tendance à la formation de rayons alternativement grands et petits, et l'Actinie arrive à avoir deux couronnes, l'une de 6 grands tentacules, l'autre de 6 petits tentacules alternant avec les premiers ; c'est ce que l'on appelait jusqu'à présent: « les deux premiers cycles. » La manière dont ces polypes tiennent quelquefois leurs tentacules était bien faite, il faut le reconnaître, pour ancrer les naturalistes dans la fausse idée qu'ils se faisaient du mode d'origine de ces deux cycles ; on voit, en effet, de petites Actinies à 12 tentacules relever les 6 plus grands et abaisser les 6 plus petits, disposition qui tend à rendre les deux cycles plus distincts.

En examinant une Actinie pourvue de 24 tentacules, on remarque que ceux-ci sont alternativement grands, moyens et petits, et l'on peut distinguer trois cycles qui comprennent 6 tentacules de premier ordre (de grandeur), 6 de deuxième ordre, et 12 de troisième ordre. Les apparences parlent donc hautement en faveur d'une apparition simultanée de tous les tentacules du même ordre qui seraient nés dans les intervalles existant entre ceux de l'ordre précédent. Nous avons vu que ces apparences étaient trompeuses en ce qui concerne les tentacules des deux premiers cycles; elles ne le sont pas moins pour les 12 tentacules du dernier cycle. En réalité ces tentacules de troisième ordre n'ont apparu que dans 6 intervalles, mais dans chaque intervalle il en est né une paire. Ces nouveaux tentacules ne sont, comme les précédents, que des prolongements de loges nouvelles. Au moment de leur apparition, qui a lieu dans des intervalles à peu près déterminés, ils sont petits et rompent la symétrie de la couronne tentaculaire. Mais, après qu'ils se sont formés, il se fait un travail de régularisation, et, tandis que certains tentacules restent stationnaires, d'autres, de formation plus

récente qu'eux, les dépassent, de sorte que l'Actinie présente bientôt trois cycles parfaitement distincts.

Au delà de cette période l'observation devient difficile ; cependant, le mode d'apparition des nouvelles loges et cloisons sur le bord de la circonférence du pied montre que la multiplication des parties de 24 à 48 se fait comme dans la période précédente. Il semble en être encore de même lorsque le nombre des tentacules s'élève à 96 et au-dessus.

Tels sont les faits principaux que M. de Lacaze Duthiers a constatés en suivant pas à pas le développement des Actinies. Nous regrettons que la place dont nous pouvons disposer ne nous permette pas d'entrer dans plus de détails, et en particulier, de reproduire les lois claires et simples dans lesquelles l'auteur a formulé les résultats de ses observations.

Comme suite à cette histoire du développement des Actiniaires sans polypier, M. de Lacaze Duthiers nous promet un mémoire sur le développement de l'*Astroïdes calycularis* dans lequel sera traitée la question des cloisons du polypier et de leur âge relatif. Nous espérons voir bientôt paraître ce travail et pouvoir en rendre compte en même temps que de celui que M. Semper a publié récemment sur le même sujet [1].

A. H.

[1] *C. Semper*, Ueber Generationswechsel bei Steinkorallen und über das M. Edwards'sche Wachsthumsgesetz der Polypen. — Zeitschr. für wiss. Zool. vol. XXII (1872), 2me cahier, p. 235.

---

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

**M. le prof. E. PLANTAMOUR**

PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1872

Le 1er, rosée le matin.
11, forte rosée le matin.
15, il a neigé la nuit sur toutes les montagnes des environs.
16, gelée blanche le matin, la première de la saison ; le minimum est descendu aussi pour la première fois au-dessous de 0.
19, rosée le matin.
26, idem.
30, idem.

## *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

**MAXIMUM.**

| | mm |
|---|---|
| Le 7 à 10 h. matin .......... | 732,04 |
| 13 à 10 h. matin ....... .. | 725,07 |
| 15 à 10 h. matin .......... | 725,37 |
| 18 à 10 h. soir ............ | 723,15 |
| 20 à 8 h. soir ............ | 720,90 |
| 23 à 10 h. soir ............ | 721,25 |
| 27 à 10 h. matin .. ....... | 724,74 |
| 30 à 10 h. matin .. .. .... | 733,47 |

**MINIMUM.**

| | mm |
|---|---|
| Le 3 à 4 h. après m ........ | 720,68 |
| 11 à 4 h. après m.......... | 720,20 |
| 14 à 8 h. soir ............ | 719,90 |
| 17 à 6 h. matin ..... .... | 716,93 |
| 19 à 8 h. soir ........ ... | 718,09 |
| 22 à 6 h. soir.... ........ | 716,89 |
| 25 à 2 h. après m. ....... | 715,16 |
| 28 à 6 h. matin ........ . | 720,52 |

# GENÈVE. — OCTOBRE 1872.

| Jours du mois. | Baromètre. Hauteur moy. des 24 h. | Baromètre. Écart avec la hauteur normale | Température C. Moyenne des 24 heures | Température C. Écart avec la temp. normale | Température C. Minim. | Température C. Maxim. | Tension de la vap. Moy. des 24 h. | Tension de la vap. Écart avec la tension normale. | Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h. | Fract. de saturation Écart avec la fraction norm. | Fract. de saturation Minim | Fract. de saturation Maxim. | Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h. | Pluie ou neige Nomb. d'h. | Vent dominant. | Clarté moy. du Ciel. | Temp. du Rhône Midi. | Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale. | Limnimètre à 11 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | o | o | o | o | millim. | millim. | | | | | mm. | | | | o | o | o |
| 1 | 726,65 | — 0,07 | +15,31 | + 3,02 | + 9,1 | +22,1 | 8,70 | —0,05 | 715 | — 99 | 440 | 960 | ... | ... | N. 1 | 0,14 | 13,4 | — 2,4 | 148 |
| 2 | 724,27 | — 2,42 | +14,18 | + 2,05 | +11,9 | +18,2 | 10,10 | +1,42 | 845 | + 29 | 670 | 980 | 3,9 | 6 | variable | 0,91 | 13,6 | — 2,0 | 146 |
| 3 | 721,78 | — 4,88 | +13,75 | + 1,78 | +11,5 | +16,9 | 10,71 | +2,10 | 922 | +105 | 800 | 990 | 12,8 | 4 | variable | 0,94 | 14,9 | — 0,6 | 140 |
| 4 | 722,70 | — 3,93 | +11,14 | — 0,67 | +10,6 | +14,5 | 9,82 | +1,28 | 987 | +168 | 960 | 1000 | 55,9 | 24 | NNE. 1 | 1,00 | 15,6 | + 0,2 | ... |
| 5 | 726,88 | + 0,28 | +10,78 | — 0,87 | + 9,4 | +14,1 | 8,94 | +0,47 | 939 | +119 | 800 | 1000 | 15,2 | 13 | variable | 1,00 | 15,5 | + 0,2 | ... |
| 6 | 728,56 | + 1,99 | +10,82 | — 0,67 | + 9,4 | +13,2 | 8,06 | —0,34 | 849 | + 27 | 760 | 970 | 15,7 | 7 | NNE. 1 | 1,00 | — | — | 147 |
| 7 | 730,96 | + 4,42 | +10,80 | — 0,52 | + 9,9 | +12,8 | 8,13 | —0,20 | 865 | + 41 | 770 | 970 | 2,5 | 4 | NNE. 1 | 1,00 | 15,3 | + 0,2 | 150 |
| 8 | 728,66 | + 2,15 | +11,16 | 0,00 | + 9,8 | +13,8 | 9,55 | +1,29 | 977 | +152 | 920 | 980 | ... | . | variable | 1,00 | 15,1 | + 0,1 | 150 |
| 9 | 724,18 | — 2,31 | +11,35 | + 0,36 | + 9,9 | +13,0 | 9,91 | +1,72 | 970 | +143 | 940 | 990 | 17,3 | 13 | SO. 1 | 1,00 | 15,1 | + 0,2 | 149 |
| 10 | 723,04 | — 3,43 | +10,11 | — 0,72 | + 6,1 | +15,6 | 7,28 | —0,84 | 814 | — 14 | 640 | 980 | 3,4 | 5 | S. 1 | 0,71 | 14,9 | + 0,2 | 150 |
| 11 | 721,21 | — 5,24 | + 9,72 | — 0,94 | + 4,1 | +15,6 | 6,71 | —1,34 | 757 | — 72 | 490 | 870 | 2,4 | 3 | SSO. 1 | 0,62 | 14,8 | + 0,2 | 149 |
| 12 | 721,98 | — 4,45 | + 9,09 | — 1,40 | + 7,2 | +13,0 | 5,67 | —2,31 | 711 | —119 | 510 | 810 | ... | ... | SSO. 1 | 0,79 | 11,8 | — 2,7 | 147 |
| 13 | 724,13 | — 2,28 | + 7,81 | — 2,51 | + 5,2 | +10,8 | 6,79 | —1,12 | 862 | + 31 | 740 | 910 | 0,9 | 2 | variable | 1,00 | — | — | 146 |
| 14 | 721,94 | — 4,45 | + 6,98 | — 3,17 | + 4,1 | + 9,1 | 7,17 | —0,66 | 970 | +138 | 870 | 990 | 33,2 | 21 | SO. 1 | 1,00 | 13,1 | — 1,2 | 146 |
| 15 | 725,03 | — 1,34 | + 6,15 | — 3,83 | + 3,0 | +10,1 | 5,40 | —2,35 | 782 | — 51 | 610 | 920 | 4,9 | 4 | SSO. 1 | 0,64 | 13,6 | — 0,5 | 145 |
| 16 | 720,67 | — 5,69 | + 6,29 | — 3,52 | — 1,2 | +13,0 | 5,49 | —2,18 | 759 | — 75 | 570 | 1000 | ... | ... | variable | 0,78 | 13,4 | — 0,6 | 145 |
| 17 | 717,53 | — 8,83 | + 8,20 | — 1,44 | + 5,5 | +12,0 | 6,98 | —0,61 | 869 | + 34 | 690 | 960 | ... | ... | variable | 0,97 | 12,1 | — 1,8 | 145 |
| 18 | 721,24 | — 5,12 | + 9,25 | — 0,22 | + 4,9 | +15,1 | 7,59 | +0,08 | 872 | + 36 | 670 | 990 | ... | ... | variable | 0,77 | 12,6 | — 1,1 | ... |
| 19 | 720,42 | — 5,93 | +11,77 | + 2,47 | + 5,5 | +20,2 | 7,87 | +0,44 | 772 | — 64 | 430 | 950 | ... | ... | SSO. 1 | 0,77 | 12,6 | — 1,0 | 142 |
| 20 | 719,36 | — 6,99 | +10,87 | + 1,74 | + 9,8 | +14,8 | 8,97 | +1,62 | 940 | +103 | 820 | 970 | .. | ... | variable | 0,96 | — | — | 142 |
| 21 | 719,81 | — 6,54 | + 9,39 | + 0,43 | + 6,2 | +13,4 | 7,59 | +0,32 | 870 | + 33 | 650 | 950 | 8,0 | 4 | variable | 0,54 | 12,7 | — 0,7 | 142 |
| 22 | 718,79 | — 7,56 | + 9,33 | + 0,54 | + 7,1 | +11,9 | 7,93 | +0,74 | 915 | + 77 | 800 | 940 | 0,1 | 1 | variable | 0,96 | 12,8 | — 0,4 | 142 |
| 23 | 720,68 | — 5,66 | + 9,97 | + 1,36 | + 6,9 | +16,1 | 7,15 | +0,04 | 796 | — 42 | 590 | 940 | 5,5 | 7 | SO. 1 | 0,60 | 12,8 | — 0,3 | 140 |
| 24 | 717,85 | — 8,49 | +10,14 | + 1,70 | + 6,1 | +14,8 | 7,21 | +0,18 | 789 | — 50 | 580 | 950 | 0,2 | 1 | variable | 0,66 | 12,9 | — 0,1 | 143 |
| 25 | 715,54 | —10,80 | +11,33 | + 3,06 | + 8,6 | +16,0 | 7,33 | +0,38 | 745 | — 94 | 590 | 880 | 0,3 | 1 | SSO. 1 | 0,66 | 12,9 | + 0,1 | 143 |
| 26 | 720,99 | — 5,35 | + 9,26 | + 1,16 | + 4,2 | +15,7 | 6,13 | —0,74 | 708 | —132 | 510 | 880 | 0,2 | 1 | variable | 0,38 | 12,9 | + 0,2 | 144 |
| 27 | 724,02 | — 2,32 | + 9,81 | + 1,89 | + 7,6 | +13,3 | 6,65 | —0,14 | 750 | — 90 | 600 | 920 | .. | ... | N. 1 | 0,56 | — | — | 150 |
| 28 | 720,81 | — 5,53 | + 9,14 | + 1,39 | + 7,7 | +12,5 | 8,61 | +1,89 | 977 | +136 | 960 | 1000 | .. | ... | variable | 1,00 | 12,8 | + 0,4 | 150 |
| 29 | 731,93 | + 5,58 | + 8,65 | + 1,08 | + 5,3 | +12,0 | 6,10 | —0,55 | 763 | — 78 | 500 | 950 | 37,1 | 16 | variable | 0,62 | 12,6 | + 0,3 | 151 |
| 30 | 732,30 | + 5,95 | + 7,31 | — 0,09 | + 2,0 | +12,8 | 6,15 | —0,43 | 813 | — 29 | 640 | 940 | 13,8 | 7 | SSO. 1 | 0,79 | 12,3 | + 0,1 | 152 |
| 31 | 728,73 | + 2,38 | +10,81 | + 3,58 | + 5,2 | +19,1 | 6,25 | —0,26 | 703 | —139 | 400 | 980 | ... | ... | variable | 0,04 | 12,5 | + 0,5 | 154 |

# MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1872.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 725,64 | 726,02 | 726,24 | 725,98 | 725,48 | 725,34 | 725,80 | 726,15 | 726,30 |
| 2e » | 721,61 | 721,81 | 721,82 | 721,45 | 721,04 | 720,83 | 721,02 | 721,29 | 721,48 |
| 3e » | 722,96 | 723,57 | 723,49 | 722,95 | 722,34 | 722,24 | 722,57 | 722,90 | 723,14 |
| Mois | 723,39 | 723,79 | 723,84 | 723,45 | 722,93 | 722,79 | 723,11 | 723,43 | 723,62 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | +10,83 | +11,42 | +12,45 | +13,75 | +13,85 | +13,60 | +12,64 | +12,07 | +11,44 |
| 2e » | + 5,71 | + 6,92 | +10,39 | +11,65 | +12,00 | +11,59 | + 9,63 | + 8,54 | + 7,60 |
| 3e » | + 6,96 | + 7,84 | +10,67 | +12,73 | +12,90 | +12,27 | +10,37 | + 9,71 | + 8,83 |
| Mois | + 7,81 | + 8,70 | +11,16 | +12,71 | +12,92 | +12,48 | +10,87 | +10,10 | + 9,28 |
| **Tension de la vapeur.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 8,95 | 9,11 | 9,32 | 9,31 | 9,37 | 9,38 | 9,21 | 9,33 | 9,32 |
| 2e » | 6,39 | 6,60 | 6,98 | 7,17 | 7,09 | 7,07 | 7,44 | 7,24 | 6,96 |
| 3e » | 6,85 | 6,90 | 7,40 | 7,05 | 6,99 | 7,18 | 7,44 | 7,29 | 7,22 |
| Mois | 7,38 | 7,52 | 7,88 | 7,82 | 7,79 | 7,85 | 8,01 | 7,93 | 7,81 |
| **Fraction de saturation en millièmes.** | | | | | | | | | |
| 1re décade | 925 | 905 | 869 | 805 | 799 | 820 | 842 | 890 | 920 |
| 2e » | 924 | 873 | 731 | 703 | 685 | 703 | 829 | 864 | 884 |
| 3e » | 911 | 865 | 776 | 650 | 647 | 679 | 792 | 814 | 846 |
| Mois | 920 | 880 | 792 | 717 | 708 | 732 | 820 | 855 | 882 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Température du Rhône. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | 0 | mm | cm |
| 1re décade | + 9,76 | +15,42 | 0,87 | +14,82 | 126,7 | 147,5 |
| 2e » | + 4,81 | +13,37 | 0,83 | +13,00 | 49,4 | 145,2 |
| 3e » | + 6,08 | +14,33 | 0,62 | +12,72 | 57,2 | 146,5 |
| Mois | + 6,86 | +14,37 | 0,77 | +13,50 | 233,3 | 146,4 |

Dans ce mois, l'air a été calme 5,38 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,56 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 40,1 O., et son intensité est égale à 23,4 sur 100.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

## LE MOIS D'OCTOBRE 1872.

Le 1er, brouillard le soir.
Du 2 au 9 inclusivement, brouillard sans interruption.
Le 10, brouillard au milieu de la journée, clair le soir.
13, 14 et 15, brouillard, neige; la neige tombée le 15 pendant peu de temps n'a pas pu être mesurée.
16, brouillard le soir.
17, 18, 19 et 20, brouillard continuel, neige.
21 et 22, brouillard une grande partie de la journée.
23, 24 et 25, brouillard tout le jour.
26, clair le matin, brouillard le soir.
27, idem, idem.
28 et 29, brouillard tout le jour.
30, clair le matin; brouillard le soir.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM | mm | MINIMUM. | mm |
|---|---|---|---|
| Le 1 à 8 et 10 h. soir | 567,59 | | |
| | | Le 4 à 6 h. matin | 561,02 |
| 7 à midi | 570,75 | | |
| | | 12 à 10 h. matin | 557,63 |
| 13 à midi | 562,02 | | |
| | | 14 à 8 h. soir | 559,16 |
| 15 à 10 h. soir | 560,30 | | |
| | | 17 à 6 h. matin | 557,96 |
| 18 à 10 h. soir | 565,80 | | |
| | | 25 à midi | 555,46 |
| 27 à 10 h. soir | 564,68 | | |
| | | 28 à 2 h. après m. | 561,07 |
| 31 à 10 h. soir | 568,58 | | |

## SAINT-BERNARD. — OCTOBRE 1872.

| Jours du mois. | Baromètre. | | | | Température C. | | | | Pluie ou neige. | | | Vent | | Clarté moyenne du Ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hauteur moy. des 24 heures. | Écart avec la hauteur normale. | Minimum. | Maximum. | Moyenne des 24 heures. | Écart avec la température normale. | Minimum* | Maximum* | Hauteur de la neige. | Eau tombée dans les 24 h. | Nombre d'heures. | dominant. | | |
| | millim. | millim. | millim. | millim. | ° | ° | ° | ° | millim. | millim | | | | |
| 1 | 567,14 | + 1,28 | 566,69 | 567,59 | + 3,63 | + 2,12 | + 1,5 | + 6,1 | ..... | ..... | .... | SO. | 1 | 0,69 |
| 2 | 566,41 | + 0,64 | 566,07 | 566,91 | + 1,79 | + 0,43 | + 1,0 | + 2,4 | ..... | 15,1. | .... | SO. | 2 | 1,00 |
| 3 | 565,37 | — 0,31 | 565,00 | 566,15. | + 2,57 | + 1,36 | + 2,2 | + 3,0 | ..... | 4,7. | .... | SO. | 3 | 1,00 |
| 4 | 562,50 | — 3,09 | 561,02 | 564,15 | + 2,62 | + 1,56 | + 2,2 | + 3,8 | ..... | 95,7. | .... | SO. | 3 | 1,00 |
| 5 | 564,75 | — 0,75 | 563,79 | 565,32 | + 2,25 | + 1,34 | + 0,2 | + 3,3 | ..... | 34,5. | .... | SO. | 2 | 1,00 |
| 6 | 566,72 | + 1,31 | 563,93 | 569 01 | + 3,27 | + 2,51 | + 2,8 | + 4,2 | ..... | 14,5. | .... | SO. | 1 | 0,90 |
| 7 | 570,04 | + 4,72 | 569,52 | 570,75 | + 2,81 | + 2,20 | + 1,6 | + 4,2 | ..... | 4,9. | .... | SO. | 1 | 0,87 |
| 8 | 567 81 | + 2,57 | 567,10 | 568,81 | + 3,35 | + 2,88 | + 2,2 | + 4,4 | ..... | 6,7. | .... | SO. | 1 | 0,91 |
| 9 | 562,71 | — 2,44 | 562,19 | 564,28 | + 1,53 | + 1,21 | + 0,6 | + 3,0 | ..... | 12,0. | .... | NE. | 1 | 0,90 |
| 10 | 560,69 | — 4,37 | 560,34 | 561,42 | — 0,72 | — 0,89 | — 2,8 | + 0,8 | ..... | ..... | .... | NE. | 1 | 0,82 |
| 11 | 559,15 | — 5,82 | 558,19 | 560,50 | + 0,16 | + 0,14 | — 1,6 | + 1,4 | ..... | ..... | .... | SO. | 1 | 0,12 |
| 12 | 559,35 | — 5,53 | 557,63 | 560,40 | — 2,27 | — 2,13 | — 3,4 | — 0,4 | 260 | 8,2. | .... | NE. | 1 | 0,27 |
| 13 | 561,28 | — 3,51 | 560,43 | 562,02 | — 2,81 | — 2,51 | — 4,0 | — 1,6 | 140 | 15,8. | .... | SO. | 2 | 1,00 |
| 14 | 559,44 | — 5,26 | 559,16 | 559,80 | — 1,21 | — 0,76 | — 2,0 | 0,0 | 240 | 31,7. | .... | SO. | 3 | 0,91 |
| 15 | 560,00 | — 4,61 | 559,89 | 560,30 | — 5,41 | — 4,81 | — 6,2 | — 4,3 | ..... | ..... | .... | NE. | 1 | 0,78 |
| 16 | 558,64 | — 5,88 | 558,56 | 558,96 | — 5,78 | — 5,03 | — 8,7 | — 4,5 | ..... | ..... | .... | SO. | 2 | 0,80 |
| 17 | 559,09 | — 5,35 | 557,96 | 561,08 | — 3,00 | — 2,09 | — 3,2 | — 2,3 | 50 | 7,8. | .... | SO. | 3 | 1,00 |
| 18 | 564,43 | + 0,07 | 562,95 | 565,80 | — 1,01 | + 0 06 | — 2,0 | — 0,2 | 40 | 5,0. | .... | SO. | 2 | 1,00 |
| 19 | 564,17 | — 0,11 | 562,53 | 565,44 | — 0,39 | + 0,83 | — 0,5 | + 0,1 | ..... | ..... | .... | SO. | 1 | 0,88 |
| 20 | 559,35 | — 4,85 | 559,18 | 560,00 | — 0,84 | + 0,53 | — 1,5 | + 0,4 | 150 | 24,2. | .... | SO. | 1 | 0,98. |
| 21 | 559,45 | — 4,67 | 559,19 | 559,94 | — 2,98 | — 1,46 | — 3,1 | — 2,2 | ..... | ..... | .... | SO. | 1 | 1,00 |
| 22 | 559,35 | — 4,69 | 558,60 | 559,82 | — 1,62 | + 0,05 | — 2,0 | — 1,0 | ..... | ..... | .... | NE. | 1 | 0,64 |
| 23 | 559,64 | — 4,32 | 558,63 | 560,41 | — 3,30 | — 1,47 | — 4,0 | — 2,1 | 140 | 33,4. | .... | SO. | 1 | 0,87 |
| 24 | 558,52 | — 5,36 | 557,49 | 560,52 | — 2,90 | — 0,92 | — 3,1 | — 2,4 | ..... | ..... | .... | SO. | 2 | 0,58 |
| 25 | 555,73 | — 8,07 | 555,46 | 556,22 | — 0,89 | + 1,24 | — 2,4 | + 0,3 | ..... | ..... | .... | SO. | 1 | 0,89 |
| 26 | 559,49 | — 4,23 | 557,80 | 560,93 | — 4,61 | — 2,33 | — 7,1 | — 2,0 | ..... | ..... | .... | SO. | 1 | 0,47 |
| 27 | 563,79 | + 0,14 | 562,18 | 564,68 | — 2,60 | — 0,17 | — 3,5 | — 0,6 | ..... | ..... | .... | SO. | 1 | 0,68 |
| 28 | 561,77 | — 1,81 | 561,07 | 562,79 | — 0,97 | + 1,61 | — 2,0 | + 0,4 | 250 | 52,9. | .... | SO. | 1 | 0,98 |
| 29 | 565,16 | + 1,65 | 563,27 | 566,22 | — 5,43 | — 2,70 | — 7,1 | — 4,0 | ..... | ..... | .... | NE. | 3 | 1,00 |
| 30 | 567,37 | + 3,93 | 566,65 | 567,94 | — 2,65 | + 0,23 | — 8,4 | + 2,0 | ..... | ..... | .... | NE. | 1 | 0,58 |
| 31 | 568,19 | + 4,82 | 567,58 | 568,58 | + 6,19 | + 9,21 | + 4,6 | + 9,2 | ..... | ..... | .... | calme | | 0,02 |

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

# MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1872.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 565,33 | 565,50 | 565,71 | 565,67 | 565,48 | 565,40 | 565,33 | 565,51 | 565,61 |
| 2e « | 560,38 | 560,58 | 560,85 | 560,74 | 560,49 | 560,54 | 560,49 | 560,56 | 560,61 |
| 3e « | 561 30 | 561,80 | 561,89 | 561,73 | 561,64 | 561,71 | 561,88 | 561,96 | 562,02 |
| Mois | 562,30 | 562,60 | 562,78 | 562,68 | 562,51 | 562,52 | 562,54 | 562,65 | 562,72 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | + 2,10 | + 2,38 | + 2,77 | + 3,34 | + 3,13 | + 2,80 | + 2,55 | + 1,89 | + 1,74 |
| 2e « | — 3,20 | — 2,45 | — 1,84 | — 1,47 | — 1,45 | — 1,51 | — 1,80 | — 2,24 | — 2,45 |
| 3e « | — 3,01 | — 2,39 | — 1,65 | — 1,09 | — 1,25 | — 1,15 | — 1,59 | — 1,85 | — 1,93 |
| Mois | — 1,42 | — 0,87 | — 0,28 | + 0,22 | + 0,10 | + 0,01 | — 0,32 | — 0,77 | — 0,91 |

| | Min. observé.* | Max. observé.* | Clarté moyenne du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Hauteur de la neige tombée. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | mm | mm |
| 1re décade | — 1,15 | + 3,92 | 0,91 | 188,1 | — |
| 2e « | — 3,31 | — 1,14 | 0,77 | 92,7 | 880 |
| 3e « | — 3,46 | — 0,22 | 0,70 | 86,3 | 390 |
| Mois | — 2,67 | + 0,82 | 0,79 | 367,1 | 1270 |

Dans ce mois, l'air a été calme 6,09 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,32 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45 O., et son intensité est égale à 74,9 sur 100.

* Voir la note du tableau

# RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1871

POUR

# GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

**M. E. PLANTAMOUR**

Professeur

---

Les observations météorologiques ont été faites et réduites en 1871, dans les deux stations, suivant le même système que dans les années précédentes ; je résumerai également de la même manière les résultats principaux, ainsi que la comparaison avec la moyenne.

## Température a GENÈVE 1871.

| Époque | Midi | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | (Minuit) | (14 h.) | (16 h.) | 18 h. | 20 h. | 22 h. | Température moyenne | Minimum moyen | Maximum moyen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| Déc. 1870. | − 1,04 | − 0,62 | − 1,19 | − 1,79 | − 2,00 | − 2,31 | − 2,53 | − 2,59 | − 2,61 | − 2,84 | − 2,89 | − 2,08 | − 2,04 | − 4,50 | + 0,66 |
| Janv. 1871 | − 1,27 | − 0,88 | − 1,48 | − 2,34 | − 2,70 | − 3,22 | − 3,58 | − 3,81 | − 3,95 | − 4,12 | − 3,95 | − 2,70 | − 2,83 | − 5,52 | + 0,07 |
| Février . . | + 4,33 | + 5,09 | + 5,15 | + 3,76 | + 2,44 | + 1,56 | + 0,77 | + 0,11 | − 0,54 | − 0,62 | − 0,20 | + 2,11 | + 1,99 | − 1,69 | + 6,66 |
| Mars . . . | + 7,46 | + 8,26 | + 8,12 | + 7,03 | + 5,57 | + 4,77 | + 3,94 | + 2,88 | + 2,01 | + 2,36 | + 3,66 | + 5,89 | + 5,16 | + 1,44 | + 9,61 |
| Avril . . . | +13,28 | +13,73 | +13,41 | +12,37 | +10,74 | + 9,83 | + 8,64 | + 6,92 | + 5,76 | + 6,44 | + 9,20 | +11,21 | +10,13 | + 5,45 | +15,43 |
| Mai . . . . | +15,82 | +17,41 | +17,70 | +16,74 | +14,54 | +12,86 | +11,10 | + 9,10 | + 8,24 | + 9,54 | +12,09 | +13,96 | +13,26 | + 7,32 | +18,85 |
| Juin. . . . | +16,73 | +17,09 | +17,36 | +16,32 | +14,30 | +12,76 | +11,50 | +10,46 | +10,15 | +11,29 | +13,78 | +15,01 | +13,90 | + 9,46 | +19,08 |
| Juillet. . . | +21,90 | +23,23 | +23,52 | +22,61 | +20,28 | +18,26 | +16,62 | +15,21 | +14,89 | +16,27 | +18,80 | +20,36 | +19,33 | +14,24 | +25,15 |
| Août . . . | +22,27 | +23,43 | +23,60 | +22,14 | +19,60 | +17,57 | +16,01 | +14,40 | +13,40 | +14,34 | +17,69 | +20,27 | +18,73 | +13,13 | +24,62 |
| Septembre | +20,58 | +21,66 | +20,94 | +19,36 | +17,44 | +16,46 | +15,43 | +14,07 | +13,12 | +13,72 | +16,58 | +18,92 | +17,36 | +12,84 | +23,18 |
| Octobre. . | +10,88 | +11,56 | +11,01 | + 9,70 | + 9,00 | + 8,42 | + 8,11 | + 7,71 | + 7,43 | + 7,52 | + 8,09 | + 9,55 | + 9,08 | + 6,74 | +12,38 |
| Novembre | + 3,27 | + 3,68 | + 3,13 | + 2,49 | + 2,15 | + 1,68 | + 1,40 | + 1,17 | + 1,02 | + 1,04 | + 1,24 | + 2,33 | + 2,05 | + 0,23 | + 4,40 |
| Hiver . . . | + 0,55 | + 1,07 | + 0,68 | − 0,25 | − 0,86 | − 1,42 | − 1,86 | − 2,17 | − 2,43 | − 2,59 | − 2,42 | − 0,99 | − 1,06 | − 3,98 | + 2,32 |
| Printemps | +12,17 | +13,13 | +13,07 | +11,98 | +10,28 | + 9,14 | + 7,89 | + 6,29 | + 5,33 | + 6,11 | + 8,30 | +10,34 | + 9,50 | + 4,83 | +14,62 |
| Été . . . . | +20,34 | +21,30 | +21,54 | +20,40 | +18,10 | +16,23 | +14,74 | +13,39 | +12,84 | +13,99 | +16,79 | +18,59 | +17,35 | +12,31 | +22,99 |
| Automne . | +11,57 | +12,29 | +11,68 | +10,51 | + 9,52 | + 8,85 | + 8,31 | + 7,65 | + 7,19 | + 7,43 | + 8,63 | +10,26 | + 9,49 | + 6,61 | +13,31 |
| Année . . | +11,21 | +12,00 | +11,81 | +10,72 | + 9,31 | + 8,25 | + 7,32 | + 6,33 | + 5,78 | + 6,28 | + 7,88 | + 9,61 | + 8,88 | + 4,99 | +13,37 |

Formules de la variation diurne de la température à Genève, pendant l'année 1871.

| | |
|---|---|
| Décembre 1870 | $t = -2{,}04^{\circ} + 0{,}90^{\circ} \sin(\mu + 43{,}0^{\circ}) + 0{,}42^{\circ} \sin(2\mu + 39{,}7^{\circ}) + 0{,}19^{\circ} \sin(3\mu + 53{,}9^{\circ})$ |
| Janvier 1871 . . | $t = -2{,}83 + 1{,}43 \sin(\mu + 43{,}3) + 0{,}53 \sin(2\mu + 48{,}8) + 0{,}20 \sin(3\mu + 57{,}1)$ |
| Février . . . . . | $t = +1{,}99 + 2{,}84 \sin(\mu + 35{,}5) + 0{,}74 \sin(2\mu + 42{,}3) + 0{,}07 \sin(3\mu + 76{,}4)$ |
| Mars . . . . . . | $t = +5{,}16 + 2{,}96 \sin(\mu + 39{,}4) + 0{,}57 \sin(2\mu + 70{,}6) + 0{,}13 \sin(3\mu + 243{,}4)$ |
| Avril . . . . . . | $t = +10{,}13 + 3{,}70 \sin(\mu + 41{,}7) + 0{,}75 \sin(2\mu + 102{,}7) + 0{,}25 \sin(3\mu + 251{,}6)$ |
| Mai . . . . . . . | $t = +13{,}26 + 4{,}45 \sin(\mu + 37{,}7) + 0{,}23 \sin(2\mu + 128{,}7) + 0{,}39 \sin(3\mu + 270{,}0)$ |
| Juin . . . . . . | $t = +13{,}90 + 3{,}55 \sin(\mu + 49{,}5) + 0{,}13 \sin(2\mu + 141{,}3) + 0{,}25 \sin(3\mu + 244{,}4)$ |
| Juillet . . . . . | $t = +19{,}33 + 4{,}20 \sin(\mu + 44{,}2) + 0{,}15 \sin(2\mu + 216{,}9) + 0{,}32 \sin(3\mu + 257{,}3)$ |
| Août . . . . . . | $t = +18{,}73 + 4{,}94 \sin(\mu + 43{,}9) + 0{,}40 \sin(2\mu + 94{,}3) + 0{,}40 \sin(3\mu + 231{,}1)$ |
| Septembre . . . | $t = +17{,}36 + 3{,}89 \sin(\mu + 48{,}1) + 0{,}71 \sin(2\mu + 83{,}6) + 0{,}27 \sin(3\mu + 250{,}7)$ |
| Octobre . . . . . | $t = +9{,}08 + 1{,}87 \sin(\mu + 48{,}5) + 0{,}58 \sin(2\mu + 49{,}2) + 0{,}09 \sin(3\mu + 6{,}3)$ |
| Novembre . . . | $t = +2{,}05 + 1{,}21 \sin(\mu + 45{,}8) + 0{,}38 \sin(2\mu + 54{,}6) + 0{,}11 \sin(3\mu + 57{,}7)$ |
| Hiver . . . . . . | $t = -1{,}06 + 1{,}68 \sin(\mu + 39{,}3) + 0{,}56 \sin(2\mu + 43{,}0) + 0{,}16 \sin(3\mu + 61{,}4)$ |
| Printemps . . . | $t = +9{,}50 + 3{,}70 \sin(\mu + 39{,}5) + 0{,}49 \sin(2\mu + 94{,}1) + 0{,}25 \sin(3\mu + 261{,}3)$ |
| Été . . . . . . . | $t = +17{,}36 + 4{,}25 \sin(\mu + 45{,}5) + 0{,}16 \sin(2\mu + 124{,}3) + 0{,}33 \sin(3\mu + 244{,}4)$ |
| Automne . . . . | $t = +9{,}49 + 2{,}32 \sin(\mu + 47{,}8) + 0{,}54 \sin(2\mu + 65{,}6) + 0{,}06 \sin(3\mu + 293{,}7)$ |
| Année . . . . | $t = +8{,}88 + 2{,}99 \sin(\mu + 43{,}2) + 0{,}39 \sin(2\mu + 71{,}3) + 0{,}12 \sin(3\mu + 259{,}4)$ |

## Température au SAINT-BERNARD 1871.

| ÉPOQUE. | Midi | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | (Minuit) | (14 h.) | (16 h.) | 18 h. | 20 h. | 22 h. | Température moyenne. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Décembre 1870 | - 9,74 | - 9,90 | -10,61 | -11,26 | -11,15 | -11,32 | -11,46 | -11,57 | -11,63 | -11,74 | -11,64 | -10,70 | -11,06 |
| Janvier 1871 . . | -11,11 | -10,63 | -11,81 | -12.62 | -12,52 | -12,73 | -12,81 | -12,87 | -12,76 | -12,89 | -12.83 | -12,04 | -12,30 |
| Février . . . . . | - 3,55 | - 3,76 | - 4,66 | - 5.84 | - 6.08 | - 6,27 | - 6,50 | - 6,76 | - 7.13 | - 7,27 | - 6,66 | - 4,75 | - 5.77 |
| Mars . . . . . . | - 3,43 | - 2,87 | - 3,55 | - 5,45 | - 6,43 | - 6.50 | - 6,58 | - 7.03 | - 7,33 | - 6,84 | - 5,95 | - 4,38 | - 5,53 |
| Avril . . . . . . | + 1,05 | + 1,03 | - 0,23 | - 2,50 | - 3,24 | - 3.64 | - 3,96 | - 5,14 | - 5,70 | - 4.57 | - 1,35 | + 0,22 | - 2,33 |
| Mai . . . . . . . | + 4,08 | + 4,66 | + 3,76 | + 1,95 | + 0,52 | - 0,34 | - 1,03 | - 2,17 | - 2,58 | - 1.50 | + 1,72 | + 2,87 | + 1,00 |
| Juin . . . . . . | + 3,67 | + 3,77 | + 2,72 | + 1,51 | + 0,47 | - 0.07 | - 0,65 | - 1,45 | - 1,80 | - 1,05 | + 1,01 | + 2,65 | + 0,90 |
| Juillet . . . . . | + 9,92 | +10,12 | + 9,63 | + 8,35 | + 7,21 | + 6,61 | + 6,01 | + 5,03 | + 4,53 | + 5,45 | + 7,28 | + 8,91 | + 7,42 |
| Août . . . . . . | + 9,97 | +10,07 | + 9,02 | + 7,79 | + 7.07 | + 6,80 | + 6,55 | + 5,48 | + 4.83 | + 5,49 | + 7,83 | + 8,89 | + 7,49 |
| Septembre . . . | + 8,21 | + 8,17 | + 7,34 | + 6,27 | + 5,53 | + 5,26 | + 5,04 | + 4,42 | + 3,92 | + 4,40 | + 6,03 | + 7,42 | + 6,00 |
| Octobre . . . . | + 1.72 | + 1,63 | + 0,50 | - 0,67 | - 1,36 | - 1,86 | - 2,21 | - 2,59 | - 2,75 | - 2,35 | - 1,25 | + 0,30 | - 0,91 |
| Novembre . . . | - 6,47 | - 6,30 | - 7,36 | - 7,84 | - 7,87 | - 8,14 | - 8,18 | - 8,20 | - 8,15 | - 8,25 | - 8,08 | + 7,34 | - 7,68 |
| Hiver . . . . . | - 8,28 | - 8,24 | - 9,17 | -10,04 | -10,05 | -10.23 | -10,38 | -10,52 | -10,62 | -10,75 | -10.50 | - 9,31 | - 9,84 |
| Printemps . . . | + 0,56 | + 0,94 | 0.00 | - 2,00 | - 3,05 | - 3,49 | - 3,86 | - 4,78 | - 5,20 | - 4,30 | - 1,87 | - 0,44 | - 2,29 |
| Été . . . . . . | + 7,90 | + 8,03 | + 7,17 | + 5,93 | + 4,97 | + 4,49 | + 4,02 | + 3,07 | + 2,57 | + 3,34 | + 5,42 | + 6,86 | + 5,32 |
| Automne . . . . | + 1,16 | + 1,17 | + 0,16 | - 0,75 | - 1,24 | - 1.59 | - 1,79 | - 2,13 | - 2,33 | - 2.07 | - 1,10 | + 0,13 | - 0,86 |
| Année . . . . . | + 0,38 | + 0.52 | - 0,41 | - 1,67 | - 2,30 | - 2,67 | - 2,96 | - 3,56 | - 3,86 | - 3,41 | - 1,97 | - 0,64 | - 1,88 |

Formules de la variation diurne de la température au Saint-Bernard,
pendant l'année 1871.

| | |
|---|---|
| Décembre 1870. | $t = -11{,}06^\circ + 0{,}77^\circ \sin(\mu + 59{,}4^\circ) + 0{,}46^\circ \sin(2\mu + 71{,}2^\circ) + 0{,}20^\circ \sin(3\mu + 63{,}4^\circ)$ |
| Janvier 1871 . . | $t = -12{,}30 + 0{,}83 \sin(\mu + 64{,}8) + 0{,}51 \sin(2\mu + 53{,}8) + 0{,}26 \sin(3\mu + 40{,}4)$ |
| Février . . . . . | $t = -5{,}77 + 1{,}53 \sin(\mu + 58{,}5) + 0{,}78 \sin(2\mu + 74{,}4) + 0{,}18 \sin(3\mu + 85{,}3)$ |
| Mars . . . . . . | $t = -5{,}53 + 1{,}99 \sin(\mu + 64{,}1) + 0{,}67 \sin(2\mu + 58{,}4) + 0{,}20 \sin(3\mu + 300{,}5)$ |
| Avril . . . . . . | $t = -2{,}33 + 3{,}07 \sin(\mu + 70{,}4) + 0{,}96 \sin(2\mu + 105{,}8) + 0{,}35 \sin(3\mu + 273{,}3)$ |
| Mai. . . . . . . | $t = +1{,}00 + 3{,}33 \sin(\mu + 61{,}5) + 0{,}55 \sin(2\mu + 102{,}5) + 0{,}36 \sin(3\mu + 270{,}0)$ |
| Juin . . . . . . | $t = +0{,}90 + 2{,}59 \sin(\mu + 62{,}3) + 0{,}64 \sin(2\mu + 100{,}0) + 0{,}11 \sin(3\mu + 264{,}8)$ |
| Juillet . . . . . | $t = +7{,}42 + 2{,}59 \sin(\mu + 56{,}1) + 0{,}54 \sin(2\mu + 100{,}8) + 0{,}21 \sin(3\mu + 263{,}8)$ |
| Août . . . . . . | $t = +7{,}49 + 2{,}22 \sin(\mu + 60{,}9) + 0{,}76 \sin(2\mu + 102{,}3) + 0{,}25 \sin(3\mu + 275{,}7)$ |
| Septembre . . . | $t = +6{,}00 + 1{,}91 \sin(\mu + 63{,}3) + 0{,}63 \sin(2\mu + 94{,}5) + 0{,}13 \sin(3\mu + 243{,}4)$ |
| Octobre . . . . | $t = -0{,}91 + 2{,}07 \sin(\mu + 63{,}7) + 0{,}64 \sin(2\mu + 78{,}1) + 0{,}10 \sin(3\mu + 56{,}5)$ |
| Novembre . . . | $t = -7{,}68 + 0{,}78 \sin(\mu + 66{,}6) + 0{,}43 \sin(2\mu + 62{,}2) + 0{,}20 \sin(3\mu + 57{,}8)$ |
| Hiver. . . . . . | $t = -9{,}84 + 1{,}03 \sin(\mu + 60{,}5) + 0{,}57 \sin(2\mu + 67{,}0) + 0{,}21 \sin(3\mu + 59{,}3)$ |
| Printemps . . . | $t = -2{,}29 + 2{,}80 \sin(\mu + 64{,}9) + 0{,}70 \sin(2\mu + 92{,}2) + 0{,}33 \sin(3\mu + 280{,}3)$ |
| Été. . . . . . . | $t = +5{,}32 + 2{,}46 \sin(\mu + 59{,}6) + 0{,}65 \sin(2\mu + 101{,}5) + 0{,}20 \sin(3\mu + 270{,}4)$ |
| Automne . . . . | $t = -0{,}86 + 1{,}59 \sin(\mu + 64{,}2) + 0{,}55 \sin(2\mu + 79{,}8) + 0{,}07 \sin(3\mu + 49{,}7)$ |
| Année . . . . . | $t = -1{,}88 + 1{,}98 \sin(\mu + 62{,}6) + 0{,}60 \sin(2\mu + 86{,}2) + 0{,}09 \sin(3\mu + 305{,}5)$ |

Si l'on compare la température de chaque mois, des saisons et de l'année entière avec les valeurs moyennes déduites pour Genève des 45 années 1826-1870, et pour le Saint-Bernard des 27 années 1841-1867, on trouve les écarts suivants:

| | ÉCARTS. | | |
|---|---|---|---|
| | Température. Genève. | Température. Saint-Bernard. | Décroissement entre les deux stations |
| Décembre 1870. | —2°,97 | —3°,47 | +0°,50 |
| Janvier 1871 . . . | —2,68 | —3,26 | +0,58 |
| Février. . . . . . . . | +0,36 | +2,84 | —2,48 |
| Mars . . . . . . . . . . | +0,67 | +1,79 | —1,12 |
| Avril . . . . . . . . . . | +1,21 | +0,94 | +0,27 |
| Mai . . . . . . . . . . . | 0,00 | +0,49 | —0,49 |
| Juin. . . . . . . . . . . | —2,95 | —3,19 | +0,24 |
| Juillet . . . . . . . . . | +0,61 | +1,26 | —0,65 |
| Août . . . . . . . . . . | +0,87 | +1,51 | —0,64 |
| Septembre. . . . . | +2,86 | +2.68 | +0,18 |
| Octobre . . . . . . . | —0,81 | —0,43 | —0,38 |
| Novembre . . . . . | —2,48 | —2,38 | —0,10 |
| Hiver 1871 . . . . . | —1,87 | —1,44 | —0,43 |
| Printemps . . . . . | +0,62 | +1,07 | —0,45 |
| Été . . . . . . . . . . . | —0,46 | —0,10 | —0,36 |
| Automne . . . . . . | —0,15 | —0,04 | —0,11 |
| Année 1871 . . . . | —0,45 | —0,12 | —0,33 |

Les mois de décembre 1870, janvier, juin et novembre 1871 présentent, à Genève, des écarts négatifs considérables, et dépassant de beaucoup les limites de l'écart probable; depuis l'année 1826 il n'y a eu que 4 mois de décembre plus froids qu'en 1870, savoir en 1829, 1840, 1851 et 1855; il n'y a eu également pendant cette période que 5 mois de janvier plus froids que celui de l'année 1871, savoir en 1826, 1830, 1838, 1848 et 1864. L'abaissement exceptionnel des deux premiers mois de

l'hiver 1871 a eu pour conséquence, le mois de février ayant été très-peu plus chaud que de coutume, que l'hiver a été un des plus froids qui se rencontrent dans cette série de 46 années: la rigueur n'a été dépassée que dans l'hiver de l'année 1830, avec une température moyenne de —3°,59 et dans celui de l'année 1838, avec une température de —1°,44. En 1841 et en 1854, la température de l'hiver a été presque aussi froide qu'en 1871, de deux centièmes de degré seulement plus chaude pour la première de ces deux années, et de quatre centièmes pour la seconde.

Quant au mois de juin, la température a été plus basse en 1871 que pour aucune année depuis 1826 ; les chiffres qui s'en rapprochent le plus sont de 14°,05 en 1843, et de 14°,12 en 1847 : la température plus élevée que de coutume des mois de juillet et d'août 1871 n'a pas suffi pour compenser l'abaissement du mois de juin, en sorte que la température de l'été reste au-dessous de la moyenne. Enfin, le mois de novembre a présenté aussi un abaissement exceptionnel, qui n'a été dépassé que dans l'année 1836, très-légèrement il est vrai, puisque la température a été de +2°,03 au lieu de +2°,05, et surtout en 1851, année dans laquelle la température de novembre a été de +0°,29 seulement. Si la température de l'automne n'est restée que très-peu au-dessous de la moyenne, malgré le froid du mois de novembre, cela tient à la chaleur exceptionnelle du mois de septembre, qui n'a été dépassée depuis 45 ans que dans l'année 1834 ; dans cette année, si remarquable par sa haute température, le mois de septembre a été de près d'un degré plus chaud qu'en 1871, mais toutes les autres années donnent un chiffre inférieur

à 1871, celles qui s'en rapprochent le plus restant au-dessous, de 0°,76 en 1868, et de 0°,80 en 1865.

En somme, l'année 1871 a été de près d'un demi-degré, 0°,46, plus froide que de coutume, cet abaissement étant dû au froid de l'hiver, car l'élévation de la température au printemps suffit pour compenser l'abaissement de l'été et de l'automne. Depuis 1826 on trouve 14 années plus froides qu'en 1871, une année, en 1842, où la température a été exactement la même, et 30 années plus chaudes.

Les écarts de la température au Saint-Bernard sont assez analogues à ceux qui ont été observés à Genève ; on peut remarquer seulement que l'abaissement de la température des mois de décembre et de janvier a été encore plus prononcé dans la station élevée; par contre, dans les mois de février et de mars, de février surtout, l'écart positif est beaucoup plus considérable. Pendant le mois de février, le décroissement de la température entre les deux stations a été de près de 2 $^1/_2$ degrés plus faible qu'il ne l'est ordinairement dans cette saison, soit de 1° pour 267 mètres, tandis que la moyenne correspond à 202 mètres pour 1°. Il n'est peut-être pas sans intérêt d'établir un rapprochement entre cette différence et le grand nombre de jours de brouillard, que l'on trouve à Genève à cette époque : les jours de brouillard sont fréquents à la fin de l'automne et au commencement de l'hiver, mais à la fin de l'hiver, ils sont en général plus rares, et l'on n'en compte en moyenne que 3 au mois de février, tandis qu'il y en a eu 8 en 1871. L'enchaînement des phénomènes météorologiques est tel, qu'il est souvent difficile d'établir lequel d'entre eux a été la cause, et lequel

en est l'effet : dans ce cas-ci, en particulier, on peut se demander si l'abaissement relatif de la température à Genève, comparativement au Saint-Bernard, tient à la diminution de l'insolation produite par la fréquence, inusitée dans cette saison, d'une couche de brouillard dans la plaine, ou si, au contraire, le brouillard n'est pas le résultat de la basse température des couches inférieures. Cette dernière alternative paraît la plus probable ; l'influence du voisinage du sol, refroidi plus que de coutume à la suite des deux mois très-rigoureux qui avaient précédé, devait produire un abaissement de température plus considérable dans les couches inférieures que dans les couches supérieures, ou qu'au Saint-Bernard, dont la position dans l'atmosphère est beaucoup plus isolée. Le réchauffement de l'air, dû aux courants atmosphériques, devait ainsi se faire sentir plus fortement sur la station élevée et isolée, que dans la plaine, et le décroissement de la température avec la hauteur devait être par suite ralenti. Enfin, la conséquence de la température relativement plus basse des couches inférieures devait être la condensation de la vapeur d'eau dans le voisinage du sol.

Les tableaux suivants renferment, sous la même forme que dans les résumés antérieurs, les résultats principaux que l'on peut déduire de la température moyenne des 24 heures pour chaque jour de l'année, au point de vue des anomalies et de la variabilité de la température. A Genève, le 24 décembre a été le jour de plus froid de l'année, et le 19 juillet le jour le plus chaud ; la différence entre ces deux jours est de près de 38° ; cependant le 19 juillet n'est pas le jour relativement le plus chaud, l'écart étant de +8°,66, tandis que le 16 décembre l'écart est de

+10°,49. Les écarts de la température ont été, on peut dire, excessifs au mois de décembre, puisque l'on trouve à huit jours de distance, du 16 au 24, un écart en plus de 10°,5, et un écart en moins de 10°,5, par conséquent, une variation de 21°. J'ai relevé également la température moyenne de cinq jours en cinq jours, du 1er janvier au 31 décembre 1871, en inscrivant dans la colonne suivante l'écart, soit la différence avec le chiffre calculé par la formule déduite des 40 années 1826-1865 : lorsque cet écart dépasse les limites de l'écart probable, et constitue ainsi une anomalie, il est mis entre parenthèses. Sur les 73 périodes de cette année civile, il s'en trouve 33 pour lesquelles l'écart est positif, et 40 pour lesquelles il est négatif. Sur les 33 écarts positifs, 19 dépassent les limites de l'écart probable; l'écart maximum positif —5°,77 tombe sur la période du 3 au 7 septembre. Sur les 40 écarts négatifs, 20 dépassent les limites de l'écart probable, l'écart maximum négatif —9°,27 tombe sur la période du 7 au 11 décembre. C'est cette dernière période, dont la température moyenne était de —7°,92, qui correspond aux cinq jours consécutifs les plus froids de l'année civile : les cinq jours consécutifs les plus chauds tombent sur la période du 15 au 19 juillet, avec une température moyenne de +23°,97, la différence entre les deux périodes extrêmes est ainsi de près de 32°.

## GENÈVE 1871.

| ÉPOQUE | NOMBRE DE JOURS | | | | | | | | Jour le plus froid | Jour le plus chaud |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | très-froids | froids | | tempérés | | chauds | | très-chauds | | |
| | -11° à -5° | -5° à 0° | 0° à +5° | +5° à +10° | +10° à +15° | +15° à +20° | +20° à +25° | +25° à +30° | | |
| Déc. 1870 . | 14 | 8 | 3 | 4 | 2 | — | — | — | -10°,53 le 24 | +11°,14 le 16 |
| Janv. 1871. | 8 | 18 | 5 | — | — | — | — | — | - 8,50 le 15 | + 4,34 le 17 |
| Février. . . | — | 8 | 15 | 5 | — | — | — | — | - 2,87 le 1 | +10,37 le 28 |
| Mars. . . . | — | — | 16 | 12 | 3 | — | — | — | + 0,79 le 19 | +11,65 le 13 |
| Avril. . . . | — | — | 2 | 10 | 18 | — | — | — | + 2,79 le 1 | +14,60 le 23 |
| Mai . . . . | — | — | — | 3 | 20 | 8 | — | — | + 9,57 le 2 | +18,73 le 30 |
| Juin . . . . | — | — | — | 6 | 12 | 10 | 2 | — | + 6,24 le 4 | +21,38 le 16 |
| Juillet . . . | — | — | — | — | 3 | 15 | 11 | 2 | +14,27 le 25 | +27,45 le 19 |
| Août . . . . | — | — | — | — | 1 | 21 | 9 | — | +13,41 le 5 | +24,02 le 26 |
| Septembre. | — | — | — | — | 6 | 17 | 7 | — | +12,39 le 21 | +23,06 le 4 |
| Octobre . . | — | — | 2 | 18 | 10 | 1 | — | — | + 4,60 le 27 | +16,14 le 8 |
| Novembre . | — | 9 | 15 | 6 | — | — | — | — | - 3,26 le 21 | + 7,12 le 9 |
| Année . . . | 22 | 43 | 58 | 64 | 75 | 72 | 29 | 2 | -10,53 le 24 décembre. | +27,45 le 19 juillet. |

## GENÈVE 1871.

| ÉPOQUE | Écarts négatifs | Écarts positifs | Nombre de changements de signe | Écarts moyens | Écarts extrêmes | | Écarts moy. entre 2 jours consécut. | Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | négatifs | positifs | | négatifs | positifs |
| Déc. . 1870 | 22 | 9 | 2 | ± 6,79 | −10,56 le 24 | +10,49 le 16 | ± 2,79 | − 6,30 le 21 | + 6,81 le 13 |
| Janvier 1871 | 25 | 6 | 6 | 3,93 | − 8,00 le 15 | + 4,80 le 17 | 2,73 | − 5,93 le 20 | + 8,51 le 16 |
| Février . . . | 14 | 11 | 5 | 3,02 | − 3,37 le 17 | + 7,66 le 28 | 2,34 | − 5,49 le 28 | + 4,99 le 5 |
| Mars . . . . | 13 | 18 | 5 | 3,36 | − 5,02 le 29 | + 7,37 le 13 | 2,42 | − 5,37 le 15 | + 5,42 le 12 |
| Avril . . . . | 10 | 20 | 8 | 2,70 | − 3,97 le 1 | + 6,14 le 13 | 2,02 | − 4,38 le 23 | + 3,61 le 7 |
| Mai . . . . . | 19 | 12 | 9 | 2,03 | − 3,18 le 17 | + 4,14 le 4 | 2,17 | − 5,61 le 26 | + 4,49 le 2 |
| Juin . . . . | 22 | 8 | 6 | 4,67 | − 9,36 le 4 | + 4,44 le 16 | 2,97 | − 6,23 le 24 | + 4,82 le 27 |
| Juillet . . . | 14 | 17 | 7 | 3,45 | − 4,52 le 25 | + 8,66 le 19 | 2,89 | − 5,80 le 2 | + 4,83 le 26 |
| Août . . . . | 10 | 21 | 3 | 3,10 | − 5,08 le 5 | + 7,03 le 26 | 1,77 | − 4,87 le 26 | + 4,11 le 29 |
| Septembre . | 16 | 14 | 6 | 3,33 | − 4,43 le 21 | + 7,02 le 4 | 1,60 | − 2,99 le 25 | + 3,18 le 29 |
| Octobre . . . | 21 | 10 | 9 | 2,21 | − 3,87 le 14 | + 4,98 le 8 | 1,83 | − 3,55 le 22 | + 5,43 le 7 |
| Novembre . . | 28 | 2 | 4 | 3,31 | − 7,02 le 21 | + 1,43 le 9 | 1,59 | − 4,04 le 19 | + 2,44 le 28 |
| Année . . . | 214 | 151 | 70 | ± 3,64 | −10,56 le 24 décembre 70. | +10,49 le 16 décembre 70. | ± 2,28 | − 6,30 le 21 décembre 70. | + 8,51 le 16 janvier. |

SAINT-BERNARD 1871

| ÉPOQUE | Nombre de jours dont la température est comprise entre | | | | | | | | | | Jour le plus froid | Jour le plus chaud |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | -30° et -25 | -25° et -20 | -20° et -15 | -15° et -10 | -10° et -5 | -5° et 0 | 0° et +5 | +5° et +10 | +10° et +15 | +15° et +20 | | |
| Décembre 1870 | — | 3 | 6 | 8 | 10 | 1 | 3 | — | — | — | -23°,43 le 23 | +2°,21 le 15 |
| Janvier 1871 | — | — | 7 | 14 | 10 | — | — | — | — | — | -17,64 le 10 | -7,56 le 4 |
| Février | — | — | — | 4 | 12 | 11 | 1 | — | — | — | -13,15 le 1 | +1,28 le 25 |
| Mars | — | — | — | 5 | 10 | 15 | 1 | — | — | — | -14,00 le 18 | +1,03 le 3 |
| Avril | — | — | — | 1 | 4 | 20 | 5 | — | — | — | -10,39 le 2 | +3,43 le 12 |
| Mai | — | — | — | — | 1 | 11 | 19 | — | — | — | -5,98 le 1 | +4,77 le 30 |
| Juin | — | — | — | — | 3 | 9 | 12 | 6 | — | — | -7,03 le 3 | +9,07 le 30 |
| Juillet | — | — | — | — | — | 1 | 6 | 17 | 7 | — | -0,57 le 12 | +14,29 le 19 |
| Août | — | — | — | — | — | 1 | 4 | 22 | 4 | — | -0,38 le 5 | +12,86 le 25 |
| Septembre | — | — | — | — | — | — | 11 | 18 | 1 | — | +1,11 le 26 | +10,52 le 3 |
| Octobre | — | — | — | — | 4 | 13 | 14 | — | — | — | -7,64 le 26 | +3,82 le 17 |
| Novembre | — | — | 1 | 5 | 18 | 5 | 1 | — | — | — | -15,76 le 19 | +0,05 le 3 |
| Année | — | 3 | 14 | 37 | 72 | 87 | 77 | 63 | 12 | — | -23,43 le 23 décembre 70 | +14,29 le 19 juillet. |

SAINT-BERNARD 1871

| ÉPOQUE | Écarts négatifs | Écarts positifs | Nombre de changements de signe | Écarts moyens | Écarts extrêmes | | Écarts moy. entre 2 jours consécut. | Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | négatifs | positifs | | négatifs | positifs |
| | | | | ° | ° | ° | ° | ° | ° |
| Déc. 1870 . . | 22 | 9 | 4 | ±7,57 | -15,20 le 23 | + 9,99 le 15 | ±3,75 | - 8,22 le 22 | + 8,34 le 25 |
| Janvier 1871 | 26 | 5 | 6 | 4,56 | - 9,48 le 12 | + 1,14 le 4 | 2,98 | - 4,13 le 5 | + 8,64 le 13 |
| Février . . . | 5 | 23 | 5 | 4,95 | - 4,08 le 1 | + 9,72 le 25 | 2,67 | - 4,87 le 8 | + 6,79 le 23 |
| Mars . . . . | 10 | 21 | 7 | 4,67 | - 7,19 le 30 | + 9,13 le 3 | 2,86 | - 7,06 le 28 | + 5,45 le 18 |
| Avril . . . . | 8 | 22 | 8 | 2,93 | - 5,03 le 2 | + 7,52 le 12 | 2,88 | - 5,09 le 19 | + 6,89 le 11 |
| Mai . . . . . | 14 | 17 | 11 | 2,30 | - 4,55 le 1 | + 4,30 le 3 | 2,51 | - 4,04 le 4 | + 7,99 le 1 |
| Juin. . . . . | 24 | 6 | 6 | 5,29 | -10,44 le 27 | + 3,86 le 1 | 3,44 | - 6,15 le 25 | + 8,35 le 2 |
| Juillet . . . | 9 | 22 | 9 | 3,79 | - 6,56 le 12 | + 8,06 le 19 | 3,39 | - 6,01 le 30 | + 6,08 le 12 |
| Août . . . . | 7 | 24 | 7 | 3,31 | - 6,76 le 5 | + 7,26 le 25 | 2,21 | - 3,53 le 26 | + 5,28 le 6 |
| Septembre . | 4 | 26 | 7 | 3,22 | - 1,72 le 21 | + 5,62 le 3 | 1,87 | - 3,50 le 30 | + 3,12 le 28 |
| Octobre. . . | 15 | 16 | 5 | 3,02 | - 5,36 le 26 | + 4,73 le 17 | 2,32 | - 6,65 le 11 | + 4,33 le 28 |
| Novembre . | 25 | 5 | 3 | 4,29 | -10,27 le 19 | + 3,49 le 3 | 2,48 | - 4,92 le 9 | + 4,50 le 20 |
| Année . . . | 169 | 196 | 78 | ±4,29 | -15,20 le 23 décembre 70. | + 9,99 le 15 décembre 70. | ±2,79 | - 8,22 le 22 décembre 70. | + 8,64 le 13 janvier. |

1871. Température de 5 en 5 jours, à Genève.

| Date | Température moy. | Différence avec la formule | Date | Température moy. | Différence avec la formule |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | | ° | ° |
| 1– 5 Janvier | − 6,38 | (−5,96) | 30– 4 Juillet | +18,28 | +0,05 |
| 6–10 id. | − 1,71 | −1,19 | 5– 9 id. | +17,65 | −0,83 |
| 11–15 id. | − 5,71 | (−5,19) | 10–14 id. | +18,21 | −0,46 |
| 16–20 id. | + 0,89 | +1,33 | 15–19 id. | +23,97 | (+5,19) |
| 21–25 id. | − 1,83 | −1,55 | 20–24 id. | +20,30 | +1,49 |
| 26–30 id. | − 2,27 | −2,23 | 25–29 id. | +18,13 | −0,64 |
| 31– 4 Février | − 1,15 | −1,42 | 30– 3 Août | +16,17 | (−2,48) |
| 5– 9 id. | + 4,34 | (+3,71) | 4– 8 id. | +15,70 | (−2,75) |
| 10–14 id. | + 0,08 | −0,98 | 9–13 id. | +19,34 | +1,16 |
| 15–19 id. | − 0,48 | −2,01 | 14–18 id. | +20,04 | (+2,19) |
| 20–24 id. | + 2,32 | +0,27 | 19–23 id. | +19,52 | (+2,07) |
| 25– 1 Mars | + 6,89 | (+4,29) | 24–28 id. | +20,71 | (+3,72) |
| 2– 6 id. | + 2,63 | −0,55 | 29– 2 Septemb. | +19,71 | (+3,23) |
| 7–11 id. | + 7,01 | (+3,23) | 3– 7 id. | +21,69 | (+5,77) |
| 12–16 id. | + 6,93 | (+2,53) | 8–12 id. | +18,08 | (+2,78) |
| 17–21 id. | + 1,67 | (−3,37) | 13–17 id. | +16,91 | (+2,30) |
| 22–26 id. | + 7,98 | (+2,29) | 18–22 id. | +14,04 | +0,09 |
| 27–31 id. | + 4,77 | −1,59 | 23–27 id. | +16,00 | (+2,79) |
| 1– 5 Avril | + 5,63 | −1,40 | 28– 2 Octobre | +14,08 | (+1,63) |
| 6–10 id. | + 8,73 | +1,02 | 3– 7 id. | +10,52 | −1,13 |
| 11–15 id. | +11,80 | (+3,39) | 8–12 id. | +12,29 | (+1,46) |
| 16–20 id. | +12,12 | (+3,02) | 13–17 id. | + 7,15 | (−2,83) |
| 21–25 id. | +11,72 | (+1,91) | 18–22 id. | +10,11 | +0,98 |
| 26–30 id. | +10,75 | +0,23 | 23–27 id. | + 6,87 | −1,40 |
| 1– 5 Mai | +12,00 | +0,76 | 28– 1 Novemb. | + 5,51 | (−1,89) |
| 6–10 id. | +10,85 | −1,10 | 2– 6 id. | + 5,05 | −1,49 |
| 11–15 id. | +13,55 | +0,89 | 7–11 id. | + 4,50 | −1,19 |
| 16–20 id. | +11,79 | −1,58 | 12–16 id. | + 3,13 | −1,73 |
| 21–25 id. | +14,43 | +0,38 | 17–21 id. | − 0,10 | (−4,16) |
| 26–30 id. | +16,07 | +1,35 | 22–26 id. | − 1,43 | (−4,74) |
| 31– 4 Juin | +13,11 | (−2,25) | 27– 1 Décemb. | − 0,25 | (−2,84) |
| 5– 9 id. | +10,25 | (−5,71) | 2– 6 id. | − 4,04 | (−5,98) |
| 10–14 id. | +14,89 | −1,64 | 7–11 id. | − 7,92 | (−9,27) |
| 15–19 id. | +17,38 | +0,34 | 12–16 id. | − 6,42 | (−7,25) |
| 20–24 id. | +15,66 | (−1,84) | 17–21 id. | − 2,00 | (−2,39) |
| 25–29 id. | +12,50 | (−5,40) | 22–26 id. | − 2,60 | (−2,63) |
| | | | 27–31 id. | − 4,81 | (−4,57) |

## GENÈVE, 1871. — INDICATIONS DES THERMOMÉTROGRAPHES.

| | Minimum absolu | Date. | Maximum absolu. | Date | Nombre de jours: Minimum au-dessous de 0°. | Nombre de jours: Maximum au-dessous de 0°. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° | | ° | | | |
| Décembre 1870 | —13,0 | le 10 | +13,2 | les 15 et 16 | 23 | 19 |
| Janvier 1871 . . | —12,5 | le 16 | + 8,7 | le 17 | 28 | 15 |
| Février . . . . . . . | — 6,1 | le 3 | +18,2 | le 28 | 22 | 1 |
| Mars . . . . . . . . . | — 3,0 | le 19 | +18,8 | le 24 | 12 | 0 |
| Avril . . . . . . . . . | — 3,0 | le 1 | +20,0 | le 13 | 4 | 0 |
| Mai . . . . . . . . . . | + 2,3 | le 2 | +26,0 | le 26 | 0 | 0 |
| Juin . . . . . . . . . | + 3,8 | le 4 | +28,9 | le 15 | 0 | 0 |
| Juillet . . . . . . . . | + 9,0 | le 13 | +34,6 | le 19 | 0 | 0 |
| Août . . . . . . . . . | + 7,9 | le 1 | +31,9 | le 26 | 0 | 0 |
| Septembre . . . . | + 7,1 | le 20 | +30,3 | le 5 | 0 | 0 |
| Octobre . . . . . . | + 1,3 | le 29 | +21,4 | le 8 | 0 | 0 |
| Novembre . . . . | — 7,0 | le 22 | +10,7 | le 10 | 16 | 3 |
| Année . . . . . . . . | —13,0 | le 10 déc. | +34,6 | le 19 juillet | 105 | 38 |

## SAINT-BERNARD 1871.

| | Minimum. | Date. | Maximum. | Date. |
|---|---|---|---|---|
| | ° | | ° | |
| Déc. 1870 | —27,0 | le 23 à 6 h. mat. | + 3,4 | le 15 à midi. |
| Janv. 1871 | —19,4 | le 12 à 10 h. soir. | — 4,8 | le 4 à midi. |
| Février . . | —16,6 | le 12 à 6 h. mat. | + 5,8 | le 24 à midi. |
| Mars . . . | —15,4 | le 18 à 6 h. mat. | + 5,0 | le 3 à 10 h. mat. |
| Avril . . . | —13,8 | le 2 à 6 h. mat. | + 9,4 | le 12 à midi. |
| Mai. . . . | — 6,9 | le 1 à 8 h. soir. | +10,0 | le 26 à 2 h. soir. |
| Juin . . . | — 7,5 | le 4 à 6 h. mat. | +13,0 | le 31 à 2 h. soir. |
| Juillet . . | — 1,3 | le 12 à 6 h. mat. | +17,5 | le 19 à 4 h. soir. |
| Août . . . | — 2,2 | le 6 à 6 h. mat. | +16,4 | le 25 à 2 h. soir. |
| Septembre | 0,0 | le 26 à 6 h. mat. | +12,8 | le 4 à midi, le 5 à 4 h. soir et le 7 à 2 h. soir. |
| Octobre. . | — 9,0 | le 26 à 8 h. mat. | + 6,8 | le 11 à 10 h. mat. et le 17 à midi. |
| Novembre | —17,7 | le 20 à 8 h. mat. | + 2,4 | le 4 à 2 h. soir. |
| Année . . | —27,0 | le 23 déc. à 6 h. du matin. | +17,5 | le 19 juillet à 4 h. du soir. |

Malgré le froid exceptionnel de l'hiver, le thermomètre n'a pas atteint un degré très-bas, —13°,0 en décembre, — 12°,5 en janvier. Le minimum s'est abaissé le 6 avril pour la dernière fois au-dessous de 0, au printemps, cette date est de 17 jours plus hâtive que de coutume; la dernière gelée blanche a eu lieu deux jours plus tard, le 8. En automne, c'est le 10 novembre seulement, soit 12 jours plus tard que de coutume, que le minimum s'est abaissé pour la première fois au-dessous de 0; la première gelée blanche a eu lieu le même jour.

Au Saint-Bernard, où l'absence de thermométrographes ne permet pas de noter le maximum et le minimum absolus, mais seulement la plus haute et la plus basse des températures accusées par le thermomètre de 6 heures du matin à 10 heures du soir, on trouve des températures négatives dans tous les mois, sauf en septembre, où la plus basse est 0. On trouve également des températures positives dans tous les mois, sauf en janvier, où le thermomètre s'est maintenu constamment au-dessous de 0. La glace a entièrement disparu du petit lac près de l'hospice le 17 juillet, ce qui correspond à peu près à la date moyenne; la congélation a eu lieu dans la nuit du 26 au 27 octobre, soit quelques jours seulement plus tard que de coutume.

Température du Rhône en 1871.

| ÉPOQUE. | Moyenne. | Excédant sur la moyenne 1853 – 1867 | Minimum. | Maximum. | Différence entre la température de l'eau et celle de l'air. |
|---|---|---|---|---|---|
| | ° | ° | ° | ° | ° |
| Décembre 1870 . . | + 5,34 | −1,46 | + 3,3 le 30 | + 7,0 le 1 | +7,38 |
| Janvier 1871 . . . | + 3,49 | −1,59 | + 2,5 le 14 | + 4,6 le 20 | +6,32 |
| Février . . . . . . | + 4,40 | −0,52 | + 3,9 le 13 | + 4,9 le 28 | +2,41 |
| Mars . . . . . . . | + 5,91 | −0,16 | + 4,8 le 1, 3 et 4 | + 7,8 le 28 | +0,75 |
| Avril . . . . . . . | + 7,62 | −1,16 | + 5,6 le 1 | + 9,7 le 13 | −2,51 |
| Mai . . . . . . . . | +12,10 | +0,77 | + 7,9 le 1 | +15,4 le 26 | −1,16 |
| Juin . . . . . . . . | +13,33 | −1,69 | + 7,0 le 22 | +17,9 le 15 | −0,57 |
| Juillet . . . . . . . | +16,28 | −1,28 | +11,8 le 27 | +21,8 le 18 | −3,05 |
| Août . . . . . . . | +18,81 | +0,22 | +12,7 le 5 | +20,9 le 31 | +0,08 |
| Septembre. . . . . | +18,22 | +1,22 | + 9,9 le 28 | +21,9 le 7 | +0,86 |
| Octobre . . . . . . | +12,66 | −1,59 | + 6,7 le 3 | +14,9 le 6 | +3,58 |
| Novembre . . . . . | + 9,14 | −0,66 | + 6,3 le 20 | +11,7 le 1 | +7,09 |
| Année. . . . . . . | +10,66 | −0,64 | + 2,5 le 14 janvier. | +21,9 le 7 septembre. | +1,78 |

## Température du Rhône en 1871.

| EPOQUE | Écarts moyens d'un jour | Écarts extrêmes | | Écarts moy. entre 2 jours consécutifs | Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | négatifs | positifs | | négatifs | positifs |
| Décembre 1870 | ±1,73 | —2,7 le 2 et 8 | +0,1 le 17,20,21,22 | ±0,65 | —1,4 le 2 | +1,8 le 22 |
| Janvier 1871* . | 1,69 | —2,5 le 14 | —0,2 le 20 et 23 | 0,50 | —0,9 le 17 | +1,2 le 20 |
| Février* . . . . | 0,64 | —1,0 le 13 et 20 | 0,0 le 7 | 0,17 | —0,3 le 1 | +0,4 le 16 |
| Mars . . . . . . | 0,81 | —1,9 le 31 | +0,9 le 14 | 0,52 | —0,4 le 2, 10 et 23 | +1,3 le 29 |
| Avril . . . . . | 1,43 | —2,3 le 24 | +1,4 le 13 | 0,15 | —1,0 le 12 | +0,8 le 13 et 28 |
| Mai . . . . . . . | 1,67 | —2,0 le 1 et 2 | +3,0 le 31 | 0,73 | —1,4 le 29 et 30 | +1,5 le 26 |
| Juin . . . . . | 4,08 | —8,6 le 22 | +4,0 le 2 | 2,10 | —4,6 le 23 | +6,5 le 7 |
| Juillet . . . . . | 3,31 | —6,4 le 27 | +4,1 le 18 | 1,36 | —2,5 le 28 | +3,0 le 19 |
| Août. . . . . | 1,95 | —5,8 le 5 | +2,6 le 31 | 1,36 | —1,8 le 10 | +3,7 le 18 |
| Septembre . . | 3,00 | —6,2 le 28 | +4,1 le 7 | 1,59 | —2,0 le 29 | +4,8 le 27 |
| Octobre . . . . | 2,89 | —8,8 le 3 | +0,1 le 11 et 20 | 1,44 | —5,0 le 4 | +2,4 le 2 |
| Novembre . . . | 1,29 | —3,2 le 20 | +0,1 le 11 | 0,53 | —2,0 le 20 | +0,6 le 17 |

* Pendant tout ce mois, l'écart n'a pas été au-dessus de 0.

## GENÈVE 1871. — Pression atmosphérique.

| ÉPOQUE | Hauteur moyenne | Midi | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | (Minuit) | (14 h.) | (16 h.) | 18 h. | 20 h. | 22 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Décembre 1870 | 721,75 | -0,09 | -0,38 | -0,15 | +0,02 | +0,14 | +0,32 | +0,22 | -0,15 | -0,38 | -0,14 | +0,08 | +0,47 |
| Janvier 1871 . | 722,78 | 0,00 | -0,36 | -0,13 | +0,09 | +0,32 | +0,36 | +0,14 | -0,27 | -0,54 | -0,22 | +0,20 | +0,42 |
| Février . . . . | 731,36 | +0,34 | -0,28 | -0,43 | -0,28 | -0,03 | +0,18 | +0,11 | -0,16 | -0,35 | -0,08 | +0,37 | +0,61 |
| Mars . . . . . | 728,42 | +0,25 | -0,43 | -0,81 | -0,57 | -0,06 | +0,14 | +0,06 | -0,15 | -0,11 | +0,32 | +0,66 | +0,71 |
| Avril . . . . . | 725,52 | +0,07 | -0,39 | -0,65 | -0,54 | +0,06 | +0,27 | +0,18 | -0,03 | -0,01 | +0,22 | +0,36 | +0,47 |
| Mai . . . . . . | 725,68 | +0,08 | -0,48 | -0,90 | -0,92 | -0,44 | +0,10 | +0,26 | +0,12 | +0,20 | +0,64 | +0,79 | +0,56 |
| Juin . . . . . . | 724,75 | -0,03 | -0,31 | -0,57 | -0,48 | -0,13 | +0,35 | +0,30 | +0,06 | -0,01 | +0,24 | +0,35 | +0,22 |
| Juillet . . . . . | 727,46 | +0,16 | -0,29 | -0,63 | -0,72 | 0,34 | +0,16 | +0,16 | +0,04 | +0,08 | +0,34 | +0,55 | +0,43 |
| Août. . . . . . | 728,76 | +0,13 | -0,36 | -0,74 | -0,82 | -0,26 | +0,17 | +0,21 | +0,01 | +0,05 | +0,41 | +0,63 | +0,57 |
| Septembre . . | 725,90 | +0,20 | -0,51 | -0,80 | -0,61 | +0,05 | +0,38 | +0,20 | -0,11 | -0,10 | +0,22 | +0,55 | +0,53 |
| Octobre . . . . | 727,40 | +0,09 | -0,37 | -0,52 | -0,23 | +0,22 | +0,41 | +0,18 | -0,28 | -0,40 | -0,02 | +0,43 | +0,48 |
| Novembre . . . | 723,33 | +0,11 | -0,31 | -0,25 | -0,14 | +0,09 | +0,16 | +0,02 | -0,27 | -0,35 | +0,03 | +0,41 | +0,51 |
| Hiver . . . . . | 725,09 | +0,08 | -0,34 | -0,23 | -0,04 | +0,15 | +0,29 | +0,16 | -0,19 | -0,42 | -0,14 | +0,22 | +0,50 |
| Printemps. . . | 726,55 | +0,13 | -0,43 | -0,78 | -0,68 | -0,15 | +0,17 | +0,17 | -0,02 | +0,03 | +0,40 | +0,61 | +0,58 |
| Été . . . . . . | 727,01 | +0,09 | -0,32 | -0,64 | -0,67 | -0,24 | +0,23 | +0,23 | +0,04 | +0,05 | +0,34 | +0,52 | +0,41 |
| Automne . . . | 725,56 | +0,14 | -0,39 | -0,52 | -0,32 | +0,13 | +0,32 | +0,14 | -0,22 | -0,28 | +0,08 | +0,46 | +0,51 |
| Année. . . . . | 726,06 | +0,11 | -0,37 | -0,55 | -0,43 | -0,03 | +0,25 | +0,17 | -0,10 | -0,16 | +0,17 | +0,45 | +0,50 |

Formules de la variation diurne du baromètre à Genève, pendant l'année 1871

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | mm | mm o | mm o | mm o |
| Décembre 1870. | B = 721,75 | +0,06 sin (μ +303,0) | +0,31 sin (2 μ +163,1) | +0,09 sin (3 μ +247,6) |
| Janvier 1871 . . | B = 722,78 | +0,12 sin (μ + 0,0) | +0,39 sin (2 μ +168,7) | +0,10 sin (3 μ +221,0) |
| Février . . . . . | B = 731,36 | +0,18 sin (μ +142,8) | +0,40 sin (2 μ +148,9) | +0,06 sin (3 μ +200,0) |
| Mars. . . . . . | B = 728,42 | +0,42 sin (μ +170,1) | +0,46 sin (2 μ +160,3) | +0,02 sin (3 μ + 82,4) |
| Avril . . . . . . | B = 725,52 | +0,32 sin (μ +192,7) | +0,36 sin (2 μ +156,0) | +0,05 sin (3 μ + 47,6) |
| Mai. . . . . . . | B = 725,68 | +0,68 sin (μ +183,4) | +0,34 sin (2 μ +151,6) | +0,10 sin (3 μ +323,1) |
| Juin . . . . . . | B = 724,75 | +0,33 sin (μ +197,7) | +0,28 sin (2 μ +148,9) | +0,06 sin (3 μ +308,7) |
| Juillet . . . . . | B = 727,46 | +0,46 sin (μ +178,8) | +0,28 sin (2 μ +140,7) | +0,09 sin (3 μ +339,4) |
| Août . . . . . . | B = 728,76 | +0,51 sin (μ +180,0) | +0,36 sin (2 μ +149,9) | +0,08 sin (3 μ +336,8) |
| Septembre. . . | B = 725,90 | +0,36 sin (μ +188,4) | +0,48 sin (2 μ +157,4) | +0,06 sin (3 μ + 36,3) |
| Octobre. . . . . | B = 727,40 | +0,09 sin (μ +187,9) | +0,47 sin (2 μ +163,5) | +0,04 sin (3 μ +288,9) |
| Novembre . . . | B = 723,33 | +0,13 sin (μ +132,0) | +0,35 sin (2 μ +168,4) | +0,06 sin (3 μ +239,0) |
| Hiver. . . . . . | B = 725,09 | +0,02 sin (μ + 76,8) | +0,36 sin (2 μ +161,1) | +0,09 sin (3 μ +216,4) |
| Printemps . . . | B = 726,55 | +0,48 sin (μ +181,2) | +0,38 sin (2 μ +157,1) | +0,04 sin (3 μ + 2,7) |
| Été. . . . . . . | B = 727,01 | +0,43 sin (μ +185,8) | +0,31 sin (2 μ +147,6) | +0,09 sin (3 μ +335,8) |
| Automne . . . . | B = 725,56 | +0,18 sin (μ +176,8) | +0,43 sin (2 μ +163,2) | +0,02 sin (3 μ +295,0) |
| Année . . . . . | B = 726,06 | +0,27 sin (μ +181,1) | +0,37 sin (2 μ +157,8) | +0,03 sin (3 μ +297,5) |

## SAINT-BERNARD 1871.

| ÉPOQUE | Hauteur moyenne | Midi | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | (Minuit) | (14 h.) | (16 h.) | 18 h. | 20 h. | 22 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Décembre 1870. | 554,65 | +0,04 | -0,06 | +0,08 | +0,05 | +0,16 | +0,33 | +0,26 | -0,14 | -0,47 | -0,31 | -0,06 | +0,14 |
| Janvier 1871 . . | 555,23 | +0,04 | -0,13 | +0,07 | +0,15 | +0,27 | +0,41 | +0,20 | -0,27 | -0,63 | -0,38 | +0,01 | +0,30 |
| Février . . . . . | 565,12 | +0,04 | -0,10 | -0,08 | +0,06 | +0,18 | +0,38 | +0,14 | -0,19 | -0,33 | -0,19 | -0,06 | +0,13 |
| Mars . . . . . . . | 563,45 | +0,25 | +0,04 | -0,08 | +0,03 | +0,05 | +0,12 | +0,06 | -0,14 | -0,33 | -0,25 | +0,02 | +0,25 |
| Avril . . . . . . | 562,38 | +0,16 | +0,02 | -0,07 | +0,10 | +0,27 | +0,31 | +0,19 | -0,07 | -0,34 | -0,37 | -0,27 | +0,07 |
| Mai . . . . . . . | 564,07 | +0,04 | +0,06 | +0,04 | +0,09 | +0,26 | +0,31 | +0,19 | -0,08 | -0,26 | -0,27 | -0,23 | -0,15 |
| Juin . . . . . . | 563,35 | +0,04 | +0,07 | +0,09 | +0,16 | +0,30 | +0,39 | +0,23 | -0,17 | -0,43 | -0,35 | -0,23 | -0,09 |
| Juillet . . . . . | 569,03 | +0,07 | +0,10 | +0,09 | +0,08 | +0,23 | +0,28 | +0,14 | -0,25 | -0,45 | -0,28 | -0,05 | +0,03 |
| Août . . . . . . | 569,78 | +0,14 | +0,13 | +0,14 | +0,11 | +0,30 | +0,43 | +0,22 | -0,30 | -0,64 | -0,46 | -0,13 | +0,08 |
| Septembre . . . | 567,26 | +0,17 | -0,03 | -0,09 | 0,00 | +0,17 | +0,29 | +0,12 | -0,26 | -0,45 | -0,25 | +0,14 | +0,20 |
| Octobre. . . . . | 564,54 | +0,12 | +0,03 | +0,03 | +0,15 | +0,27 | +0,37 | +0,15 | -0,31 | -0,59 | -0,38 | -0,06 | +0,22 |
| Novembre . . . | 557,94 | +0,09 | -0,07 | -0,12 | -0,04 | +0,09 | +0,18 | +0,08 | -0,17 | -0,29 | -0,11 | +0,15 | +0,21 |
| Hiver . . . . . . | 558,11 | +0,04 | -0,10 | +0,03 | +0,09 | +0,20 | +0,37 | +0,20 | -0,20 | -0,48 | -0,30 | -0,04 | +0,19 |
| Printemps . . . | 563,31 | +0,15 | +0,04 | -0,04 | +0,07 | +0,19 | +0,25 | +0,15 | -0,10 | -0,31 | -0,30 | -0,16 | +0,06 |
| Été . . . . . . . | 567,43 | +0,08 | +0,10 | +0,11 | +0,12 | +0,28 | +0,37 | +0,20 | -0,24 | -0,51 | -0,36 | -0,14 | +0,01 |
| Automne . . . . | 563,26 | +0,13 | -0,02 | -0,06 | +0,04 | +0,18 | +0,28 | +0,12 | -0,25 | -0,44 | -0,25 | +0,08 | +0,21 |
| Année . . . . . | 563,05 | +0,10 | +0,01 | +0,01 | +0,08 | +0,21 | +0,31 | +0,17 | -0,20 | -0,44 | -0,30 | -0,06 | +0,12 |

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hiver . . . . . . | 166,98 | +0,04 | -0,24 | -0,26 | -0,13 | -0,05 | -0,08 | -0,04 | +0,01 | +0,06 | +0,16 | +0,26 | +0,31 |
| Printemps . . . | 163,24 | -0,02 | -0,47 | -0,74 | -0,75 | -0,34 | -0,08 | +0,02 | +0,08 | +0,34 | +0,70 | +0,77 | +0,52 |
| Été . . . . . . . | 159,58 | +0,01 | -0,42 | -0,73 | -0,79 | -0,52 | -0,14 | +0,03 | +0,28 | +0,56 | +0,70 | +0,66 | +0,40 |
| Automne . . . . | 162,30 | +0,01 | -0,37 | -0,46 | 0,36 | -0,05 | +0,04 | +0,02 | +0,03 | +0,16 | +0,33 | +0,38 | +0,30 |
| Année . . . . . | 163,01 | +0,01 | -0,38 | -0,56 | -0,51 | -0,24 | -0,06 | 0,00 | +0,10 | +0,28 | +0,47 | +0,51 | +0,38 |

Formules de la variation diurne du baromètre au Saint-Bernard, pendant l'année 1871

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | mm | mm ° | mm ° | mm ° |
| Décembre 1870. | B = 554,65 | +0,20 sin (μ +353,0) | +0,22 sin (2 μ +140,5) | +0,10 sin (3 μ +259,3) |
| Janvier 1871 . . | B = 555,23 | +0,25 sin (μ + 4,6) | +0,31 sin (2 μ +156,3) | +0,11 sin (3 μ +244,8) |
| Février . . . . . | B = 565,12 | +0,15 sin (μ +344,8) | +0,21 sin (2 μ +155,2) | +0,03 sin (3 μ +333,4) |
| Mars . . . . . . | B = 563,45 | +0,14 sin (μ + 45,3) | +0,20 sin (2 μ +134,8) | +0,04 sin (3 μ +195,1) |
| Avril . . . . . . | B = 562,38 | +0,24 sin (μ +347,7) | +0,21 sin (2 μ +125,2) | +0,04 sin (3 μ +123,7) |
| Mai . . . . . . . | B = 564,07 | +0,25 sin (μ +338,6) | +0,12 sin (2 μ +121,9) | +0,04 sin (3 μ + 0,0) |
| Juin . . . . . . | B = 563,35 | +0,31 sin (μ +346,9) | +0,17 sin (2 μ +135,0) | +0,06 sin (3 μ +315,0) |
| Juillet . . . . . | B = 569,03 | +0,23 sin (μ + 5,0) | +0,18 sin (2 μ +144,1) | +0,07 sin (3 μ +303,7) |
| Août . . . . . . | B = 569,78 | +0,34 sin (μ + 5,1) | +0,26 sin (2 μ +137,1) | +0,08 sin (3 μ +293,1) |
| Septembre . . . | B = 567,26 | +0,14 sin (μ + 23,4) | +0,27 sin (2 μ +151,8) | +0,05 sin (3 μ +279,5) |
| Octobre . . . . | B = 564,54 | +0,27 sin (μ + 10,0) | +0,28 sin (2 μ +149,7) | +0,06 sin (3 μ +270,0) |
| Novembre . . . | B = 557,94 | +0,05 sin (μ + 48,8) | +0,20 sin (2 μ +155,3) | +0,04 sin (3 μ +262,9) |
| Hiver . . . . . . | B = 558,11 | +0,20 sin (μ +355,3) | +0,24 sin (2 μ +150,3) | +0,07 sin (3 μ +256,0) |
| Printemps . . . | B = 563,31 | +0,18 sin (μ +355,5) | +0,18 sin (2 μ +128,8) | +0,01 sin (3 μ +118,3) |
| Été . . . . . . . | B = 567,43 | +0,29 sin (μ +358,8) | +0,20 sin (2 μ +139,6) | +0,06 sin (3 μ +304,9) |
| Automne . . . . | B = 563,26 | +0,15 sin (μ + 18,7) | +0,25 sin (2 μ +152,4) | +0,05 sin (3 μ +272,2) |
| Année . . . . . | B = 563,05 | +0,20 sin (μ + 1,7) | +0,21 sin (2 μ +144,2) | +0,04 sin (3 μ +274,1) |

Si l'on compare la hauteur moyenne du baromètre pour chaque mois avec les valeurs moyennes, déduites pour Genève des 35 années 1836-70 et pour le Saint-Bernard des 27 années 1841-67, on trouve les écarts suivants:

| | Genève. | Saint-Bernard. | Genève-St-Bernard. |
|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm |
| Décembre 1870 | −6,29 | −7,67 | +1,38 |
| Janvier 1871. . | −4,59 | −5,26 | +0,67 |
| Février. . . . . | +4,66 | +4,88 | −0,22 |
| Mars. . . . . . | +3,63 | +3,74 | −0,11 |
| Avril. . . . . . | +0,73 | +0,75 | −0,02 |
| Mai . . . . . . | +0,49 | +0,23 | +0,26 |
| Juin . . . . . . | −2,49 | −3,76 | +1,27 |
| Juillet . . . . . | −0,21 | +0,55 | −0,76 |
| Août. . . . . . | +1,15 | +1,38 | −0,23 |
| Septembre . . . | −1,68 | −0,19 | −1,49 |
| Octobre . . . . | +0,79 | −0,06 | +0,85 |
| Novembre . . . | −2,65 | −4,09 | +1,44 |
| Année . . . . . | −0,56 | −0,83 | +0,27 |

A Genève, les écarts négatifs des mois de décembre, janvier, juin, septembre et novembre, et les écarts positifs des mois de février, mars et août dépassent les limites de l'écart probable pour chacun de ces mois. Les écarts observés au Saint-Bernard suivent la même marche à peu près qu'à Genève, et si l'on tient compte des écarts sur la température de chaque mois, l'analogie devient encore plus grande. Dans les mois de décembre, juin et novembre le baromètre a été relativement plus élevé à Genève qu'au Saint-Bernard de $1^{mm},3$ à $1^{mm},4$, tandis qu'il a été relativement plus bas de $1^{mm},5$ au mois de septembre; pour les trois mois cités en premier lieu, la température était de près de trois degrés plus froide que de coutume dans les deux stations, par conséquent, probablement aussi

de la même quantité dans la couche atmosphérique intermédiaire. Un abaissement de la température de 3° produit une contraction d'une vingtaine de mètres sur une couche de 2070$^{m}$ de hauteur, ce qui doit donner pour la station supérieure une diminution de pression de 1$^{mm}$,5 environ. Au mois de septembre, où la température dans les deux stations était de près de 3° plus élevée que de coutume, la dilatation de la couche atmosphérique entre les deux stations a dû produire une augmentation de pression de près de 1$^{mm}$,5 dans la station élevée relativement à celle de la plaine.

En somme, dans l'année, la pression atmosphérique a été plus faible que de coutume dans les deux stations, et surtout au Saint-Bernard: à Genève on ne trouve, depuis l'année 1836, que sept années où la hauteur moyenne du baromètre ait été inférieure à celle de 1871.

Avec les données suivantes pour l'année 1871: 726$^{mm}$,06 et 563$^{mm}$,05 pour la hauteur moyenne du baromètre dans les deux stations, +8°,88 et —1°,88 pour la température moyenne, 0,76 et 0,78 pour la fraction moyenne de saturation, je trouve d'après mes tables hypsométriques 2070$^{m}$,0 pour la différence d'altitude des deux stations, chiffre qui diffère très-peu de 2070$^{m}$,3 donné par le nivellement direct.

Les tableaux suivants renferment les données qui permettent d'apprécier la variabilité du baromètre dans les deux stations, soit que l'on considère l'écart entre la hauteur moyenne du baromètre pour chaque jour et la hauteur normale, ou la variation entre deux jours consécutifs, soit que l'on considère les maxima et les minima absolus observés dans chaque mois.

## GENÈVE 1871

| ÉPOQUE | Écarts négatifs | Écarts positifs | Nombre de changements de signe | Écarts moyens | Écarts extrêmes | | Écarts moy. entre 2 jours consécutifs | Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | négatifs | positifs | | négatifs | positifs |
| | | | | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Déc. 1870 . | 25 | 6 | 5 | ±8,47 | -18.03 le 25 | + 4,43 le 18 | ±4,52 | - 8,43 le 8 | + 9,28 le 19 |
| Janv. 1871 . | 26 | 5 | 3 | 7.21 | -15.56 le 11 | + 5.04 le 31 | 4,02 | - 8,03 le 11 | + 8,52 le 7 |
| Février. . . | 4 | 24 | 4 | 6.93 | - 7.84 le 11 | +11,84 le 24 | 3.33 | - 8,98 le 11 | + 5,56 le 8 |
| Mars . . . . | 5 | 26 | 6 | 5,69 | - 5.49 le 16 | +12.98 le 2 | 2.61 | - 5,82 le 16 | + 4,79 le 5 |
| Avril . . . | 9 | 21 | 10 | 2.88 | - 6.75 le 19 | + 6.81 le 12 | 2.89 | - 6,03 le 19 | + 5.29 le 28 |
| Mai . . . . | 13 | 18 | 7 | 4.01 | - 9.15 le 14 | + 6.56 le 20 | 2.57 | - 6,25 le 18 | + 4,15 le 8 |
| Juin . . . . | 24 | 6 | 6 | 3.10 | - 7.54 le 4 | + 2.78 le 27 | 2,17 | - 6,61 le 25 | + 2,93 le 24 |
| Juillet . . . | 15 | 16 | 7 | 3.15 | - 6.73 le 25 | + 7.17 le 6 | 2.62 | - 6,29 le 11 | + 4,09 le 24 |
| Août . . . . | 13 | 18 | 4 | 2.77 | - 3,93 le 18 | + 5.81 le 27 | 1,81 | - 4,46 le 18 | + 2,45 le 6 |
| Septembre . | 19 | 11 | 3 | 3.75 | - 9,50 le 26 | + 4.78 le 1 | 2,55 | - 5,23 le 20 | + 5,08 le 30 |
| Octobre . . | 11 | 20 | 4 | 4.39 | - 9.70 le 3 | + 8.07 le 22 | 2,82 | - 5,83 le 3 | + 4,60 le 22 |
| Novembre . | 22 | 8 | 4 | 5.38 | -11,02 le 29 | + 4.43 le 19 | 3.53 | - 8,14 le 13 | + 5,07 le 6 |
| Année . . . | 186 | 179 | 63 | ±5,07 | -18,03 le 25 décembre | +12,98 le 2 mars | ±3,00 | - 8,98 le 11 février | + 9,28 le 19 décembre |

## SAINT-BERNARD 1871

| ÉPOQUE | Écarts négatifs | Écarts positifs | Nombre de changements de signe | Écarts moyens | Écarts extrêmes | | Écarts moy. entre 2 jours consécutifs | Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | négatifs | positifs | | négatifs | positifs |
| | | | | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Déc. 1870 . | 25 | 6 | 2 | ±9,52 | −17,59 le 23 | + 2,80 le 18 | ±3,28 | − 7,15 le 8 | + 7,19 le 20 |
| Janv. 1871 . | 30 | 1 | 1 | 7,15 | −15,75 le 11 | + 3,31 le 31 | 2,89 | − 5,05 le 12 | + 6,61 le 7 |
| Février . . | 4 | 24 | 2 | 7,10 | − 7,23 le 11 | +13,21 le 25 | 2,75 | − 6,00 le 11 | + 5,75 le 8 |
| Mars. . . . | 10 | 21 | 3 | 6,58 | − 6,51 le 16 | +12,80 le 2 | 2,34 | − 3,69 le 20 | + 5,61 le 15 |
| Avril. . . . | 10 | 20 | 11 | 2,47 | − 2,80 le 1 | + 7,66 le 12 | 2,20 | − 4,41 le 11 | + 4,06 le 13 |
| Mai . . . . | 13 | 18 | 5 | 3,15 | − 7,50 le 17 | + 3,35 le 20 | 1,98 | − 5,46 le 18 | + 3,39 le 13 |
| Juin . . . . | 25 | 5 | 5 | 4,81 | −11,62 le 4 | + 1,39 le 15 | 2,12 | − 3,05 le 4 | + 5,63 le 24 |
| Juillet . . . | 13 | 18 | 9 | 3,11 | − 7,67 le 25 | + 5,09 le 17 | 2,30 | − 4,40 le 26 | + 4,34 le 24 |
| Août . . . . | 10 | 21 | 5 | 2,76 | − 3,40 le 4 | + 5,19 le 25 | 1,29 | − 3,05 le 19 | + 2,80 le 2 |
| Septembre . | 14 | 16 | 9 | 3,43 | − 7,23 le 26 | + 5,94 le 1 | 2,45 | − 4,05 le 28 | + 6,89 le 30 |
| Octobre . . | 14 | 17 | 4 | 3,79 | − 8,91 le 2 | + 5,32 le 22 | 2,22 | − 4,13 le 3 | + 3,52 le 22 |
| Novembre . | 28 | 2 | 4 | 5,46 | − 9,49 le 12 | + 2,30 le 25 | 2,66 | − 6,52 le 13 | + 4,83 le 15 |
| Année . . . | 196 | 169 | 60 | ±5,30 | −17,59 le 23 décembre 70. | +13,21 le 25 février. | ±2,38 | − 7,15 le 8 décembre. | + 7,19 le 20 décembre 70. |

## GENÈVE 1871.

| | Maximum. | Date. | Minimum. | Date. | Amplitude. |
|---|---|---|---|---|---|
| | mm | | mm | | mm |
| Déc. 1870. | 733,59 | le 18 | 707,70 | le 25 | 25,89 |
| Janv. 1871. | 733,80 | le 31 | 711,06 | le 9 | 22,74 |
| Février . . | 738,65 | le 24 | 713,64 | le 11 | 25,01 |
| Mars . . . | 739,08 | le 2 | 714,56 | le 16 | 24,52 |
| Avril . . . | 731,88 | le 12 | 716,96 | le 19 | 14,92 |
| Mai . . . . | 733,10 | le 20 | 714,12 | le 14 | 18,98 |
| Juin. . . . | 730,70 | le 26 | 718,47 | le 4 | 12,23 |
| Juillet. . . | 735,16 | le 6 | 720,60 | le 25 | 14,56 |
| Août . . . | 734,25 | le 27 | 723,33 | le 18 | 10,92 |
| Septembre. | 733,29 | le 1 | 715,55 | le 26 | 17,74 |
| Octobre. . | 735,25 | le 22 | 716,20 | le 3 | 19,05 |
| Novembre. | 732,19 | le 20 | 713,92 | le 11 | 18,27 |
| Année . . . | 739,08 | le 2 mars. | 707,70 | le 25 déc. | 31,38 |

## SAINT-BERNARD 1871.

| | Maximum. | Date. | Minimum. | Date. | Amplitude. |
|---|---|---|---|---|---|
| | mm | | mm | | mm |
| Déc. 1870. | 565,87 | le 18 | 543,80 | le 23 | 22,07 |
| Janv. 1871. | 565,29 | le 31 | 544,76 | le 11 | 20,53 |
| Février . . | 575,75 | le 24 | 549,87 | le 11 | 25,88 |
| Mars . . . | 573,05 | le 2 | 551,02 | le 16 | 22,03 |
| Avril . . . | 569,68 | le 12 | 557,14 | le 1 | 12,54 |
| Mai . . . . | 568,91 | le 29 | 555,71 | le 17 | 13,20 |
| Juin. . . . | 568,70 | le 16 | 553,35 | le 4 | 15,35 |
| Juillet. . . | 574,00 | le 17 | 560,53 | le 25 | 13,47 |
| Août . . . | 574,10 | le 26 | 564,23 | le 4 | 9,87 |
| Septembre. | 574,63 | le 1 | 556,81 | le 26 | 17,82 |
| Octobre . . | 570,79 | le 22 | 554,35 | le 2 | 16,44 |
| Novembre. | 564,17 | le 14 | 551,60 | le 17 | 12,57 |
| Année. . . | 575,75 | le 24 février. | 543,80 | le 23 déc. | 31,95 |

## GENÈVE 1871. — Tension de la vapeur.

| ÉPOQUE | Midi | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | 18 h. | 20 h. | 22 h. | TENSION moyenne des 24 h. | TENSION Minimum absolu | TENSION Maximum absolu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Décembre 1870. | 3,79 | 3,79 | 3,70 | 3,65 | 3,62 | 3,59 | 3,59 | 3,58 | 3,69 | 3,64 | 1,33 | 9,48 |
| Janvier 1871 . . | 3,45 | 3,48 | 3,34 | 3,33 | 3,25 | 3,20 | 3,11 | 3,12 | 3,23 | 3,25 | 1,90 | 5,57 |
| Février . . . . . | 4,39 | 4,42 | 4,37 | 4,40 | 4,45 | 4,41 | 4,12 | 4,16 | 4,38 | 4,32 | 2,73 | 6,86 |
| Mars . . . . . . | 5,20 | 5,05 | 4,96 | 5,06 | 5,29 | 5,26 | 4,81 | 5,01 | 5,21 | 5,05 | 2,22 | 9 16 |
| Avril . . . . . . | 6,23 | 6,19 | 6,23 | 6,26 | 6,53 | 6,43 | 6,22 | 6,46 | 6,53 | 6,29 | 3,05 | 9,64 |
| Mai . . . . . . . | 6,61 | 6,57 | 6,63 | 6,95 | 7,36 | 7,35 | 6,96 | 6,98 | 6,76 | 6,87 | 3,47 | 12,32 |
| Juin . . . . . . | 7,92 | 8,11 | 7,82 | 8,14 | 8,54 | 8,54 | 8,21 | 8,20 | 7,97 | 8,12 | 4,02 | 15,23 |
| Juillet . . . . . | 11,18 | 11,37 | 11,05 | 11,60 | 11,92 | 11,68 | 11,10 | 11,54 | 11,38 | 11,37 | 6,67 | 18,48 |
| Août . . . . . . | 10,83 | 11,00 | 11,02 | 11,77 | 12,01 | 11,64 | 10,55 | 11,24 | 11,33 | 11,14 | 6,42 | 15,80 |
| Septembre . . . | 10,58 | 10,55 | 11,04 | 11,07 | 11,30 | 10,77 | 10,30 | 10,60 | 10,56 | 10,52 | 6,38 | 15,48 |
| Octobre. . . . . | 7,05 | 7,12 | 7,19 | 7,24 | 7,17 | 7,11 | 6,91 | 7,02 | 7,06 | 6,96 | 3,83 | 11,44 |
| Novembre . . . | 4,46 | 4,45 | 4,41 | 4,43 | 4,45 | 4,43 | 4,28 | 4,33 | 4,43 | 4,37 | 2,57 | 7,17 |
| Hiver . . . . . . | 3,86 | 3,90 | 3,78 | 3,77 | 3,75 | 3,71 | 3,59 | 3,60 | 3,75 | 3,72 | 1,33 | 9,48 |
| Printemps . . . | 6,01 | 5,93 | 5,94 | 6,08 | 6,39 | 6,35 | 6,00 | 6,15 | 6,16 | 6,07 | 2,22 | 12,32 |
| Été . . . . . . . | 10,00 | 10,18 | 9,99 | 10,53 | 10,85 | 10,64 | 9,97 | 10,35 | 10,25 | 10,23 | 4,02 | 18,48 |
| Automne . . . . | 7,36 | 7,37 | 7,54 | 7,58 | 7,62 | 7,44 | 7,16 | 7,31 | 7,35 | 7,28 | 2,57 | 15,48 |
| Année . . . . . | 6,82 | 6,86 | 6,83 | 7,01 | 7,17 | 7,05 | 6,70 | 6,87 | 6,89 | 6,84 | 1,33 | 18,48 |

GENÈVE 1871. — Fraction de saturation en millièmes.

| ÉPOQUE | Midi | 2 h. | 4 h. | 6 h. | 8 h. | 10 h. | (Minuit) | (14 h.) | (16 h.) | 18 h. | 20 h. | 22 h. | Fraction moyenne | Minimum absolu | Maximum absolu |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Déc. 1870 . | 822 | 807 | 826 | 845 | 849 | 859 | 870 | 882 | 886 | 891 | 883 | 865 | 857 | 560 | 1000. 11 fois |
| Janvier 1871 | 815 | 800 | 800 | 850 | 853 | 873 | 881 | 892 | 906 | 915 | 899 | 849 | 861 | 510 | 1000. 21 » |
| Février. . . | 726 | 699 | 679 | 744 | 824 | 858 | 892 | 920 | 941 | 932 | 911 | 831 | 830 | 330 | 1000. 23 » |
| Mars . . . . | 666 | 624 | 616 | 669 | 764 | 802 | 841 | 876 | 900 | 874 | 826 | 743 | 767 | 310 | 1000. 12 » |
| Avril . . . . | 544 | 526 | 538 | 589 | 668 | 705 | 748 | 814 | 867 | 849 | 737 | 658 | 687 | 320 | 1000, 2 » |
| Mai . . . . | 489 | 441 | 441 | 487 | 593 | 660 | 728 | 795 | 824 | 758 | 654 | 566 | 620 | 250 | 960 |
| Juin . . . . | 559 | 561 | 530 | 598 | 695 | 771 | 828 | 874 | 882 | 815 | 694 | 628 | 702 | 230 | 1000. 1 » |
| Juillet . . . | 575 | 541 | 525 | 574 | 669 | 746 | 805 | 858 | 872 | 808 | 714 | 639 | 694 | 300 | 990 |
| Août . . . . | 545 | 515 | 509 | 597 | 710 | 774 | 815 | 856 | 893 | 865 | 743 | 636 | 705 | 350 | 960 |
| Septembre . | 590 | 559 | 605 | 662 | 760 | 775 | 796 | 845 | 897 | 877 | 755 | 651 | 731 | 350 | 1000. 1 » |
| Octobre . . | 723 | 694 | 726 | 793 | 825 | 851 | 868 | 884 | 889 | 880 | 860 | 786 | 815 | 400 | 1000 15 » |
| Novembre . | 761 | 737 | 762 | 799 | 819 | 845 | 849 | 849 | 849 | 849 | 847 | 802 | 814 | 460 | 990 |
| Hiver. . . . | 790 | 771 | 771 | 815 | 842 | 863 | 881 | 897 | 910 | 912 | 897 | 849 | 850 | 330 | 1000. 55 fois |
| Printemps . | 567 | 531 | 531 | 582 | 675 | 722 | 773 | 828 | 864 | 827 | 739 | 655 | 691 | 250 | 1000. 14 » |
| Été . . . . . | 560 | 536 | 521 | 589 | 691 | 763 | 816 | 863 | 882 | 829 | 717 | 635 | 700 | 230 | 1000. 1 » |
| Automne . . | 692 | 663 | 698 | 752 | 802 | 824 | 838 | 860 | 878 | 869 | 821 | 747 | 787 | 350 | 1000, 16 » |
| Année . . . | 651 | 624 | 630 | 684 | 752 | 793 | 826 | 862 | 883 | 859 | 793 | 721 | 756 | 230 | 1000. 86 fois |

Formules de la variation diurne de la fraction de saturation. — GENÈVE 1871.

| | |
|---|---|
| Décembre 1870 | $H = 857 + 34 \sin(\mu + 215^\circ,2) + 13 \sin(2\mu + 232^\circ,4) + 6 \sin(3\mu + 210^\circ,2)$ |
| Janvier 1871 | $H = 861 + 50 \sin(\mu + 221,0) + 19 \sin(2\mu + 232,0) + 2 \sin(3\mu + 256,0)$ |
| Février | $H = 830 + 126 \sin(\mu + 218,5) + 29 \sin(2\mu + 208,1) + 3 \sin(3\mu + 129,3)$ |
| Mars | $H = 767 + 137 \sin(\mu + 222,8) + 20 \sin(2\mu + 213,7) + 8 \sin(3\mu + 79,4)$ |
| Avril | $H = 687 + 160 \sin(\mu + 220,7) + 34 \sin(2\mu + 264,0) + 10 \sin(3\mu + 67,1)$ |
| Mai | $H = 620 + 186 \sin(\mu + 225,0) + 10 \sin(2\mu + 294,8) + 15 \sin(3\mu + 80,2)$ |
| Juin | $H = 702 + 174 \sin(\mu + 234,1) + 7 \sin(2\mu + 344,1) + 15 \sin(3\mu + 64,7)$ |
| Juillet | $H = 694 + 169 \sin(\mu + 227,8) + 4 \sin(2\mu + 350,1) + 14 \sin(3\mu + 70,9)$ |
| Août | $H = 705 + 188 \sin(\mu + 229,8) + 26 \sin(2\mu + 237,5) + 16 \sin(3\mu + 47,5)$ |
| Septembre | $H = 731 + 149 \sin(\mu + 232,8) + 40 \sin(2\mu + 262,0) + 16 \sin(3\mu + 56,9)$ |
| Octobre | $H = 815 + 90 \sin(\mu + 233,2) + 28 \sin(2\mu + 228,7) + 7 \sin(3\mu + 203,2)$ |
| Novembre | $H = 814 + 52 \sin(\mu + 233,6) + 19 \sin(2\mu + 214,5) + 5 \sin(3\mu + 233,1)$ |
| Hiver | $H = 850 + 68 \sin(\mu + 218,4) + 19 \sin(2\mu + 220,6) + 3 \sin(3\mu + 205,3)$ |
| Printemps | $H = 691 + 160 \sin(\mu + 223,0) + 18 \sin(2\mu + 252,9) + 11 \sin(3\mu + 76,6)$ |
| Été | $H = 700 + 177 \sin(\mu + 230,4) + 8 \sin(2\mu + 265,8) + 15 \sin(3\mu + 62,7)$ |
| Automne | $H = 787 + 97 \sin(\mu + 233,0) + 28 \sin(2\mu + 240,3) + 3 \sin(3\mu + 101,3)$ |
| Année | $H = 756 + 125 \sin(\mu + 227,0) + 18 \sin(2\mu + 241,3) + 6 \sin(3\mu + 76,4)$ |

Si l'on compare l'année 1871 avec la moyenne des 22 années 1849-70, on trouve les écarts suivants pour la tension moyenne de la vapeur, pour la fraction moyenne de saturation en millièmes, et pour le nombre de cas de saturation.

| | ÉCARTS. | | |
|---|---|---|---|
| | Tension moyenne. | Fraction de saturation. | Cas de saturation |
| | mm | | |
| Décembre 1870 . | —0,63 | — 10 | —27 |
| Janvier 1871 . . | —0,90 | + 6 | —12 |
| Février . . . . . | —0,14 | + 11 | + 3 |
| Mars . . . . . . | +0,42 | + 8 | + 3 |
| Avril . . . . . . | +0,29 | — 14 | — 2 |
| Mai . . . . . . . | —1,14 | — 91 | — 4 |
| Juin . . . . . . . | —1,12 | + 7 | — 1 |
| Juillet . . . . . . | +0,75 | + 20 | — 1 |
| Août . . . . . . | +0,57 | — 3 | — 2 |
| Septembre. . . . | +0,96 | — 46 | — 5 |
| Octobre . . . . . | —0,75 | — 17 | — 4 |
| Novembre. . . . | —0,97 | — 23 | —18 |
| Hiver . . . . . . | —0,57 | + 2 | —36 |
| Printemps . . . . | —0,15 | — 33 | — 3 |
| Été . . . . . . . | +0,08 | + 8 | — 4 |
| Automne . . . . | —0,26 | — 29 | —27 |
| Année. . . . . . | —0,22 | — 13 | —70 |

En somme, l'année 1871 peut être considérée comme ayant été sèche au point de vue hygrométrique, puisqu'elle est restée au-dessous de la moyenne, soit pour la quantité absolue de vapeur renfermée dans l'air, soit pour la fraction de saturation, soit pour le nombre des cas de saturation.

Vents observés à Genève, dans l'année 1871.

| | Décemb. 1870. | Janvier 1871. | Février. | Mars. | Avril. | Mai. | Juin. | Juillet. | Août. | Septembre. | Octobre. | Novembre. | Année. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Calme | 8 | 7 | 23 | 7 | 6 | 4 | 16 | 14 | 16 | 12 | 16 | 9 | 138 |
| N. . . | 36 | 42 | 36 | 15 | 65 | 162 | 103 | 86 | 92 | 67 | 70 | 57 | 831 |
| NNE . | 82 | 84 | 22 | 105 | 5 | 43 | 22 | 11 | 38 | 20 | 73 | 73 | 578 |
| NE. . | 35 | 24 | 12 | 14 | 4 | 25 | 3 | 5 | 11 | 11 | 31 | 55 | 230 |
| ENE . | 6 | 5 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 4 | 25 |
| E. . . | 7 | 18 | 9 | 2 | 5 | 6 | 5 | 2 | 4 | 6 | 14 | 8 | 86 |
| ESE . | 4 | 37 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 49 |
| SE. . | 9 | 19 | 7 | 3 | 6 | 6 | 11 | 6 | 7 | 3 | 10 | 14 | 101 |
| SSE. | 9 | 15 | 9 | 4 | 4 | 2 | 2 | 9 | 5 | 2 | 2 | 2 | 65 |
| S. . . | 26 | 16 | 27 | 14 | 44 | 13 | 29 | 37 | 22 | 39 | 26 | 20 | 313 |
| SSO. . | 39 | 34 | 31 | 43 | 83 | 25 | 51 | 54 | 34 | 72 | 58 | 25 | 549 |
| SO. . | 40 | 42 | 36 | 29 | 53 | 13 | 45 | 48 | 46 | 40 | 20 | 40 | 452 |
| OSO. . | 14 | 6 | 11 | 7 | 12 | 6 | 7 | 14 | 9 | 9 | 6 | 8 | 109 |
| O. . . | 19 | 17 | 15 | 7 | 14 | 9 | 14 | 12 | 8 | 7 | 9 | 9 | 140 |
| ONO . | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 11 |
| NO. . | 8 | 5 | 4 | 6 | 13 | 5 | 3 | 7 | 7 | 6 | 7 | 9 | 80 |
| NNO . | 3 | 3 | 12 | 9 | 4 | 7 | 2 | 6 | 7 | 7 | 7 | 3 | 70 |

| | RAPPORT. Vents NE. à SO. | RÉSULTANTE. Direction. | Intensité sur 100. | Calme sur 100. |
|---|---|---|---|---|
| | | 0 | | |
| Décembre 1870 . | 1,20 | N 0,4 E | 12,7 | 2,9 |
| Janvier 1871. . . | 1,50 | N 30,2 E | 15,6 | 2,5 |
| Février . . . . . | 0,67 | S 63,7 O | 17,1 | 9,1 |
| Mars . . . . . . | 2,37 | N 1,6 E | 56,2 | 2,5 |
| Avril . . . . . . | 0,39 | S 46,0 O | 43,1 | 2,2 |
| Mai . . . . . . . | 3,60 | N 2,1 E | 63,2 | 1,4 |
| Juin. . . . . . . | 0,91 | N 79,5 O | 19,4 | 5,9 |
| Juillet. . . . . . | 0,63 | S 68,2 O | 27,1 | 5,0 |
| Août . . . . . . | 1,23 | N 38,4 O | 20,1 | 5,7 |
| Septembre . . . | 0,63 | S 60,1 O | 24,5 | 4,4 |
| Octobre . . . . . | 1,74 | N 15,9 E | 24,5 | 5,7 |
| Novembre. . . . | 1,93 | N 18,0 E | 34,0 | 3,3 |
| Année . . . . . | 1,12 | N 35,3 O | 12,0 | 4,2 |

La comparaison de ces chiffres avec ceux déduits d'une longue série d'années montre que l'année 1871 s'écarte peu de la moyenne sous le rapport de la distribution des vents. Si l'on compare la fréquence relative des vents du nord, du nord-nord-est et nord-est avec ceux du sud, du sud-sud-ouest et du sud-ouest, en réduisant au chiffre proportionnel de 1000 observations les nombres du tableau précédent qui se rapportent à 3285 observations, et dans lesquels on a tenu compte de la force du vent par un coefficient variant de 0 à 3, on trouve :

| | 1871. | Moyenne. | Différence. | | 1871. | Moyenne. | Différence. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| N. | 253 | 273 | —20 | S. | 96 | 116 | —20 |
| NNE. | 176 | 216 | —40 | SSO. | 167 | 194 | —27 |
| NE. | 70 | 38 | +32 | SO. | 138 | 125 | +13 |
| Pour les 3 directions N à NE | | | —28 | Pour les 3 directions S à SO | | | —34 |

Pour les vents du nord au nord-est, aussi bien que pour ceux du sud au sud-ouest, les chiffres proportionnels qui représentent l'intensité relative, sont plus faibles que de coutume ; on peut donc conclure des chiffres ci-dessus que la force du vent a été moindre en 1871, qu'elle ne l'est ordinairement, soit pour le courant polaire, soit surtout pour le courant équatorial. Cela ressort également du nombre de jours de forte bise, et de ceux de fort vent du sud, donné pour chaque mois dans le tableau suivant.

En moyenne le nombre de jours de forte bise est de 45 dans l'année, tandis qu'en 1871 il n'a été que de 40, et le nombre de jours de fort vent du sud est de 54, tandis qu'il a été de 22 seulement en 1871.

| | Nombre de jours de | |
|---|---|---|
| | forte bise. | fort vent du Midi. |
| Décembre 1870 . . | 8 | 0 |
| Janvier 1871 . . . . | 5 | 1 |
| Février. . . . . . . | 0 | 0 |
| Mars . . . . . . . . | 8 | 2 |
| Avril . . . . . . . . | 0 | 5 |
| Mai . . . . . . . . | 5 | 1 |
| Juin . . . . . . . . | 2 | 3 |
| Juillet . . . . . . . | 0 | 4 |
| Août . . . . . . . . | 3 | 0 |
| Septembre . . . . . | 0 | 3 |
| Octobre . . . . . . | 4 | 3 |
| Novembre . . . . . | 5 | 0 |
| Année . . . . . . . | 40 | 22 |

Les vents observés au Saint-Bernard pendant l'année 1871 sont :

| | VENTS. | | | RÉSULTANTE. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | NE. | SO. | Rapport. | Direction. | Intensité sur 100. | Calme sur 100. |
| Déc. 1870. | 212 | 119 | 1,78 | N 45° E | 33,3 | 9,3 |
| Janv. 1871. | 152 | 138 | 1,10 | N 45 E | 5,2 | 11,8 |
| Février . . | 228 | 43 | 5,30 | N 45 E | 73,4 | 12,3 |
| Mars. . . . | 186 | 157 | 1,18 | N 45 E | 10,4 | 10,0 |
| Avril . . . | 223 | 40 | 5,57 | N 45 E | 67,8 | 17,4 |
| Mai . . . . | 195 | 57 | 3,42 | N 45 E | 49,5 | 18,3 |
| Juin. . . . | 208 | 63 | 3,31 | N 45 E | 53,7 | 20,0 |
| Juillet . . . | 149 | 86 | 1,73 | N 45 E | 22,6 | 21,6 |
| Août . . . | 175 | 77 | 2,27 | N 45 E | 35,1 | 14,7 |
| Septembre. | 101 | 169 | 0,60 | S 45 O | 25,2 | 14,1 |
| Octobre. . | 181 | 93 | 1,95 | N 45 E | 31,5 | 11,8 |
| Novembre. | 170 | 144 | 1,18 | N 45 E | 9,6 | 8,5 |
| Année. . . | 2180 | 1186 | 1,84 | N 45 E | 30,3 | 14,2 |

Pluie ou neige, dans l'année 1871.

| | GENÈVE. | | | SAINT-BERNARD | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Nombre de jours. | Eau tombée. | Nombre d'heures. | Nombre de jours. | Eau tombée. |
| | | mm | | | mm |
| Décemb. 1870. | 16 | 50,9 | 87 | 10 | 43,1 |
| Janvier 1871 . | 10 | 56,2 | 54 | 12 | 42,8 |
| Février . . . . | 10 | 15,3 | 32 | 1 | 5,6 |
| Mars . . . . . | 10 | 32,3 | 44 | 4 | 18,8 |
| Avril . . . . . | 16 | 77,9 | 70 | 13 | 164,7 |
| Mai . . . . . . | 2 | 10,4 | 15 | 3 | 22,1 |
| Juin. . . . . . | 12 | 83,3 | 77 | 10 | 91,8 |
| Juillet. . . . . | 10 | 105,5 | 52 | 9 | 77,6 |
| Août . . . . . | 10 | 43,0 | 29 | 6 | 92,1 |
| Septembre. . . | 11 | 90,7 | 51 | 9 | 112,8 |
| Octobre . . . . | 12 | 80,7 | 69 | 8 | 110,7 |
| Novembre. . . | 10 | 41,2 | 39 | 4 | 33,1 |
| Hiver . . . . . | 36 | 122,4 | 173 | 23 | 91,5 |
| Printemps. . . | 28 | 120,6 | 129 | 20 | 205,6 |
| Été . . . . . . | 32 | 231,8 | 158 | 25 | 261,5 |
| Automne . . . | 33 | 212,6 | 159 | 21 | 256,6 |
| Année. . . . . | 129 | 687,4 | 619 | 89 | 815,2 |

A Genève, le sol a été recouvert de neige pendant une période beaucoup plus longue que de coutume, conséquence d'un hiver rigoureux, bien que les chutes n'aient pas été très-abondantes. Dans les premiers jours de décembre, le 3 et le 8, il en était tombé une hauteur totale de 133$^{mm}$, qui avait fondu à la suite du radoucissement de la température le 13 de ce mois. A la fin du mois, du 25 au 31, il est tombé en 5 jours une hauteur totale de 189$^{mm}$. Pendant le mois de janvier, il y a eu 8 jours de neige, qui ont produit une hauteur totale de 411$^{mm}$, et c'est le 9 février seulement, qu'à la suite de pluies chaudes, la couche de neige qui recouvrait le sol depuis le 25 décembre a disparu dans la plaine, sauf dans quelques endroits où elle avait été amoncelée par le vent, ou artifi-

ciellement ; la neige a persisté ainsi pendant près de sept semaines, ce qui est assez rare à Genève. Depuis le commencement de février, il est tombé encore dans ce mois et en mars quelques flocons, sans que la neige prît pied. En automne, la première neige a eu lieu le 12 novembre, et elle est restée deux à trois jours avant de fondre ; il en est encore tombé à deux reprises dans ce mois, mais elle a fondu au bout de quelques heures.

La comparaison de l'année 1871 avec la moyenne des 42 années 1826-67 pour Genève, et celle des 27 années 1841-67 pour le Saint-Bernard, donne les différences suivantes pour le nombre de jours de pluie ou de neige, et pour la quantité d'eau tombée :

| | GENÈVE | | St.-BERNARD | |
|---|---|---|---|---|
| | Excès sur le nombre de jours de pluie. | Excès sur la quantité d'eau tombée. | Excès sur le nombre de jours de pluie. | Excès sur la quantité d'eau tombée. |
| | | mm | | mm |
| Décembre 1870 | + 7 | + 1,0 | + 2 | — 30,0 |
| Janvier 1871 .. | 0 | + 7,3 | + 1 | — 86,3 |
| Février ...... | + 2 | — 22,3 | — 8 | — 88,0 |
| Mars......... | 0 | — 16,2 | — 7 | — 78,1 |
| Avril......... | + 5 | + 19,5 | + 2 | + 44,7 |
| Mai.......... | —10 | — 71,5 | — 8 | — 98,0 |
| Juin ......... | + 1 | + 5,7 | 0 | — 9,5 |
| Juillet ....... | + 1 | + 38,0 | 0 | + 2,5 |
| Août......... | 0 | — 38,1 | — 3 | + 6,3 |
| Septembre ... | 0 | — 10,0 | 0 | — 3,2 |
| Octobre ...... | + 1 | — 17,2 | — 2 | — 31,6 |
| Novembre .... | 0 | — 32,6 | — 6 | — 65,4 |
| Hiver ........ | + 9 | — 14,0 | — 5 | —204,3 |
| Printemps.... | — 5 | — 68,2 | —13 | —131,4 |
| Été......... | + 2 | + 5,6 | — 3 | — 0,7 |
| Automne ..... | + 1 | — 59,8 | — 8 | —100,2 |
| Année ....... | + 7 | —136,4 | —29 | —436,6 |

Il ressort de ce tableau, qu'à Genève la quantité totale d'eau tombée dans l'année est notablement au-dessous de la moyenne, bien que le nombre de jours de précipitation aqueuse ait été plus grand que de coutume; ainsi les pluies étaient plus fréquentes, mais en même temps, bien moins abondantes qu'elles ne le sont ordinairement. Cela a surtout eu lieu en hiver et en automne ; au printemps, les pluies ont été non-seulement beaucoup moins abondantes, mais moins fréquentes que de coutume, et c'est dans cette saison que l'on trouve le plus grand déficit dans la quantité d'eau tombée.

J'ai relevé dans le tableau suivant, pour chaque mois, les plus longues périodes de sécheresse, ou de jours consécutifs sans pluie, et les plus longues périodes pluvieuses, ou de jours consécutifs de pluie. Je donne également le nombre de jours, où la quantité d'eau tombée dans 24 heures a été faible, au-dessous d'un millimètre, ou très-faible au-dessous d'un quart de millimètre, enfin, la quantité maximum d'eau tombée dans 24 heures; cette quantité n'a jamais atteint 3 centimètres, le maximum s'étant élevé à $25^{mm},2$ seulement le 28 juillet. On voit encore là une confirmation du fait déjà signalé du peu d'abondance des pluies dans l'année 1871, car il est assez rare de trouver une année dans laquelle la quantité d'eau tombée dans 24 heures ne dépasse pas, et même plus d'une fois, trois centimètres, le maximum moyen étant de 54 millimètres. La fréquence de la pluie en 1871 est constatée également par la durée de la plus longue période de sécheresse, qui a été de 16 jours seulement, tandis que le chiffre moyen est de 24 jours.

| | Périodes de sécheresse. | Periodes pluvieuses. | Pluie dans 24 heures au-dessous de $1^{mm},0$. | Pluie dans 24 heures au-dessous de $0^{mm},25$. | Pluie dans 24 heures maximum. | Pluie dans 24 heures dépassant $3^{cm}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Décembre 1870 | 3 jours | 3 jours | 8 | 2 | mm 17,9 le 12 | – |
| Janvier 1871.. | 9 » (26-3 févr.) | 4 » (22-25) | 4 | 2 | 19,6 le 17 | – |
| Février...... | 11 » (22-4 mars) | 7 » ( 4-10) | 6 | 0 | 4,5 le 9 | – |
| Mars........ | 6 » (21-26) | 4 » (14-17) | 4 | 0 | 8,0 le 8 | – |
| Avril........ | 8 » ( 2- 9) | 6 » (15-20) | 2 | 1 | 12,1 le 27 | – |
| Mai......... | 15 » ( 1-15) | 1 » | 1 | 1 | 10,2 le 27 | – |
| Juin........ | 8 » ( 9-16) | 5 » (17-21) | 1 | 1 | 16,6 le 17 | – |
| Juillet....... | 7 » (12-18) | 2 » | 1 | 0 | 25,2 le 28 | – |
| Août........ | 7 » (24-30) | 3 » | 4 | 1 | 14,2 le 4 | – |
| Septembre.... | 7 » ( 1- 7) | 2 » | 2 | 1 | 23,2 le 21 | – |
| Octobre...... | 16 » (22- 6 nov.) | 6 » ( 7-12) | 2 | 1 | 15,0 le 2 | – |
| Novembre .... | 10 » (18-27) | 3 » | 1 | 0 | 24,0 le 11 | – |
| Année....... | 16 jours (du 22 octob au 6 nov.) | 7 jours (du 4 février au 10 févr.) | 36 | 10 | 25,2 le 28 juillet | – |

J'ai formé, comme pour les années précédentes, le tableau suivant, qui fait ressortir d'une manière plus claire la distribution de la pluie à Genève. Ce tableau fait connaître la durée relative de la pluie, obtenue en divisant le nombre d'heures de pluie par le nombre total d'heures contenues dans la période; le nombre moyen d'heures pendant lequel il a plu un jour de pluie; enfin, la quantité moyenne d'eau tombée par heure. Il a été impossible de dresser ce tableau pour le Saint-Bernard, vu l'insuffisance des données relatives au nombre d'heures de pluie ou de neige.

| | GENÈVE | | |
|---|---|---|---|
| | Durée relative de la pluie. | Nombre moyen d'heures par jour. | Eau tombée dans 1 heure. |
| Décembre 1870... | 0,117 | 5,44 | 0,59 |
| Janvier 1871..... | 0,073 | 5,40 | 1,04 |
| Février......... | 0,048 | 3,20 | 0,48 |
| Mars ........... | 0,059 | 4,40 | 0,74 |
| Avril........... | 0,097 | 4,38 | 1,11 |
| Mai............. | 0,020 | 7,50 | 0,69 |
| Juin ........... | 0,107 | 6,42 | 1,82 |
| Juillet ......... | 0,070 | 5,20 | 2,03 |
| Août ........... | 0,039 | 2,90 | 1,48 |
| Septembre ....... | 0,071 | 4,64 | 1,78 |
| Octobre ......... | 0,093 | 5,75 | 1,17 |
| Novembre ....... | 0,054 | 3,90 | 1,06 |
| Hiver........... | 0,080 | 4,81 | 0,71 |
| Printemps ....... | 0,058 | 4,61 | 0,94 |
| Été ............ | 0,072 | 4,94 | 1,47 |
| Automne ........ | 0,073 | 4,82 | 1,34 |
| Année .......... | 0,071 | 4,80 | 1,11 |

Au Saint-Bernard, le déficit dans la quantité d'eau tombée est très-considérable; le nombre de jours de pluie

ou de neige ayant été également beaucoup plus faible que de coutume, l'année 1871 a sous ces deux points de vue un caractère de sécheresse très-prononcé. Le déficit a été considérable surtout en hiver, puis au printemps et en automne, l'été ne s'écartant pas de la moyenne, c'est donc pour la précipitation sous forme de neige que la diminution est la plus fortement accusée. La hauteur totale de la neige tombée dans l'année n'atteint pas 3,5 mètres, c'est-à-dire notablement moins de la moitié de la hauteur moyenne et elle ne dépasse pas celle qui tombe quelquefois dans le courant d'un seul mois. Le tableau suivant donne la hauteur de la couche de neige tombée dans chaque mois ; on voit que le mois d'août est le seul dans lequel il n'ait pas neigé.

Hauteur de la neige tombée au Saint-Bernard dans les différents mois de 1871.

| | millimètres. |
|---|---|
| Décembre 1870. . . . | 490 |
| Janvier 1871 . . . . . | 590 |
| Février. . . . . . . . | 70 |
| Mars . . . . . . . . . . | 230 |
| Avril . . . . . . . . . | 765 |
| Mai. . . . . . . . . . . | 87 |
| Juin . . . . . . . . . . | 235 |
| Juillet. . . . . . . . . | 30 |
| Août . . . . . . . . . | 0 |
| Septembre . . . . . . | 10 |
| Octobre. . . . . . . . | 685 |
| Novembre . . . . . . | 268 |
| Année . . . . . . . . . | 3460 |

Le nombre de jours où l'on a entendu le tonnerre, à Genève, s'élève à 21 dans le courant de l'année, répartis comme suit dans les différents mois : les orages ont été moins fréquents que de coutume en 1871, le chiffre

moyen étant de 25. Les détails sur les orages se trouvent dans les tableaux mensuels.

| | Jours de tonnerre à Genève. | Jours d'éclairs sans tonnerre. |
|---|---|---|
| Décembre 1870. . . . | 0 | 0 |
| Janvier 1871. . . . . . | 0 | 0 |
| Février . . . . . . . . . | 0 | 0 |
| Mars . . . . . . . . . . | 0 | 0 |
| Avril . . . . . . . . . . | 1 | 0 |
| Mai . . . . . . . . . . . | 3 | 0 |
| Juin . . . . . . . . . . . | 1 | 2 |
| Juillet . . . . . . . . . . | 5 | 1 |
| Août. . . . . . . . . . . | 4 | 2 |
| Septembre . . . . . . . | 7 | 3 |
| Octobre. . . . . . . . . | 0 | 0 |
| Novembre. . . . . . . . | 0 | 0 |
| Année. . . . . . . . . . | 21 | 8 |

Voici enfin le nombre de jours, où l'on a observé des halos, ou des couronnes, autour du soleil, ou autour de la lune; les détails sur ces phénomènes se trouvent également dans les tableaux mensuels.

| | Halo solaire. | Couronne solaire. | Halo lunaire. | Couronne lunaire. |
|---|---|---|---|---|
| Décembre 1870. . | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Janvier 1871 . . . | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Février . . . . . . . | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Mars . . . . . . . . | 2 | 0 | 0 | 1 |
| Avril . . . . . . . . | 3 | 0 | 1 | 0 |
| Mai . . . . . . . . . | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Juin. . . . . . . . . | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Juillet. . . . . . . . | 5 | 0 | 2 | 1 |
| Août . . . . . . . . | 3 | 0 | 0 | 0 |
| Septembre. . . . . | 4 | 0 | 1 | 1 |
| Octobre . . . . . . | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Novembre . . . . . | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Année. . . . . . . . | 23 | 0 | 4 | 5 |

## *État du ciel.*

| | GENÈVE. | | | | | SAINT-BERNARD. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Jours clairs. | Jours peu nuag. | Jours très-nuag. | Jours couverts. | Clarté moyenne. | Jours clairs | Jours peu nuag. | Jours très-nuag. | Jours couverts. | Clarté moyenne |
| Déc. 1870. | 1 | 0 | 4 | 26 | 0,88 | 14 | 2 | 6 | 9 | 0,40 |
| Janv. 1871. | 0 | 0 | 7 | 24 | 0,88 | 9 | 6 | 7 | 9 | 0,48 |
| Février... | 6 | 1 | 7 | 14 | 0,67 | 16 | 1 | 4 | 7 | 0,37 |
| Mars..... | 7 | 7 | 5 | 12 | 0,54 | 9 | 4 | 9 | 9 | 0,53 |
| Avril...... | 5 | 4 | 5 | 16 | 0,65 | 5 | 5 | 2 | 18 | 0,66 |
| Mai...... | 11 | 15 | 1 | 4 | 0,34 | 9 | 7 | 10 | 5 | 0,46 |
| Juin...... | 4 | 6 | 6 | 14 | 0,65 | 3 | 6 | 4 | 17 | 0,72 |
| Juillet. | 11 | 9 | 5 | 6 | 0,41 | 8 | 6 | 5 | 12 | 0,55 |
| Août..... | 15 | 8 | 5 | 3 | 0,31 | 11 | 2 | 9 | 9 | 0,50 |
| Septembre. | 8 | 9 | 5 | 8 | 0,48 | 4 | 7 | 9 | 10 | 0,59 |
| Octobre... | 1 | 5 | 7 | 18 | 0,75 | 12 | 7 | 3 | 9 | 0,44 |
| Novembre. | 3 | 0 | 3 | 24 | 0.84 | 9 | 2 | 5 | 14 | 0,56 |
| Hiver..... | 7 | 1 | 18 | 64 | 0,816 | 39 | 9 | 17 | 25 | 0,418 |
| Printemps. | 23 | 26 | 11 | 32 | 0,503 | 23 | 16 | 21 | 32 | 0,542 |
| Été...... | 30 | 23 | 16 | 23 | 0,448 | 22 | 14 | 18 | 38 | 0,581 |
| Automne.. | 12 | 14 | 15 | 50 | 0,689 | 25 | 16 | 17 | 33 | 0,531 |
| Année..... | 72 | 64 | 60 | 169 | 0,612 | 109 | 55 | 73 | 128 | 0.519 |

D'après la notation adoptée, la portion du ciel couverte par des nuages est exprimée en dixièmes, 0,0 représentant un ciel parfaitement clair, et 1,0 un ciel entièrement couvert. Un jour est rangé dans la catégorie des jours clairs, peu nuageux, très-nuageux ou couverts, selon que la clarté moyenne déduite des neuf observations diurnes est comprise entre les limites respectives 0,0 et 0,25; 0,25 et 0,50; 0,50 et 0,75; 0,75 et 1,00.

A Genève, la nébulosité a été un peu plus faible que de coutume dans l'année; c'est surtout au printemps et en été que le ciel a été plus clair, tandis qu'il a été plus couvert en hiver et en automne.

Voici enfin le nombre des jours de brouillard à Genève dans l'année 1871.

| | Brouillard tout le jour. | Brouillard une partie de la journée. | Nombre total. |
|---|---|---|---|
| Décembre 1870. . . | 2 | 2 | 4 |
| Janvier 1871 . . . . | 1 | 6 | 7 |
| Février. . . . . . . | 2 | 6 | 8 |
| Mars. . . . . . . . | 2 | 2 | 4 |
| Avril. . . . . . . . | 0 | 0 | 0 |
| Mai . . . . . . . . | 0 | 0 | 0 |
| Juin . . . . . . . . | 0 | 0 | 0 |
| Juillet . . . . . . . | 0 | 0 | 0 |
| Août . . . . . . . . | 0 | 0 | 0 |
| Septembre . . . . . | 0 | 0 | 0 |
| Octobre . . . . . . | 4 | 2 | 6 |
| Novembre . . . . . | 4 | 4 | 8 |
| Année . . . . . . . | 15 | 22 | 37 |

# TRANSFORMATIONS

DU

# MOUVEMENT CHEZ LES ÊTRES ORGANISÉS

PAR

**M. Alph. de CANDOLLE**[1].

On remarque dans les êtres organisés des mouvements de plusieurs sortes.

Indépendamment de ceux que nous appelons volon-

[1] Le présent article est tiré du volume que M. de Candolle vient de publier sous le titre : *Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles, suivie d'autres études sur des sujets scientifiques, en particulier sur la sélection dans l'espèce humaine* (in-8°. Genève, Bâle et Lyon, chez Georg, 1873). Dans ce volume l'auteur traite de l'histoire des sciences par une méthode nouvelle, en se servant des nominations de membres étrangers par la Société royale de Londres et les Académies de Paris et de Berlin comme d'un moyen de comparaison impartiale entre les savants de divers pays. Il en tire de nombreuses conclusions relativement aux causes qui ont favorisé ou entravé le développement des sciences en Europe, depuis l'époque de Newton. Les autres articles sont intitulés :

L'esprit d'observation et l'enseignement dans les écoles.

Avantage pour les sciences d'une langue dominante et laquelle des langues modernes sera dominante au vingtième siècle.

Sur la part d'influence de l'hérédité, la variabilité et la sélection dans le développement de l'espèce humaine, et avenir de cette espèce.

D'une alternance forcée dans l'intensité des maladies et dans la valeur des préservatifs, tels que la vaccination.

Sur les différents sens du mot nature et par conséquent des mots naturel, surnaturel, etc.

La statistique et le libre arbitre.

Plusieurs de ces articles, comme on le voit, et l'introduction placée en tête de l'ouvrage, se rapportent aux questions qui sont à l'ordre du jour depuis les publications de M. Darwin.

taires, qui se rattachent au système nerveux, particulier aux animaux, il est aisé de voir, dans l'un et l'autre règne, des mouvements de circulation intérieure, de direction des organes, d'extension des tissus, enfin, de formation de parties nouvelles et distinctes, dont quelques-unes se séparent et jouent ensuite un rôle très-important.

Plusieurs de ces mouvements peuvent s'expliquer par des causes physiques ou chimiques. La science a fait de grands progrès sur ce point. Ainsi, la perméabilité des membranes et même des liquides, propriété observée dans les substances organiques et inorganiques, a rendu compte de phénomènes jadis très-obscurs, par exemple de l'absorption, des sécrétions, et, en général, des transmissions de substances au travers de tissus végétaux ou animaux. La turgescence des cellules, certaines directions des tissus qui en sont l'effet, les accroissements dans les points où les matières nutritives se réunissent, et les modifications diverses de substances mises en contact, sont autant de faits qui résultent des transports et qui, à leur tour, expliquent d'autres phénomènes.

La physiologie avance tous les jours dans ce sens. Mais, quelque rapides que soient ses progrès, le phénomène de la formation des organes, qui a lieu d'une certaine manière pour chaque individu en raison de ceux qui ont précédé, sera longtemps, et peut-être toujours, une véritable énigme. On expliquera sans doute comment tel tissu augmente par l'addition de nouveaux matériaux. On parvient déjà, en employant le microscope, à voir comment plusieurs cellules dérivent d'une seule et une cellule unique du protoplasma. Bientôt peut-être on découvrira quelque substance antérieure au protoplasma. Inversement,

on peut suivre les évolutions du protoplasma, de la cellule, des agglomérations de cellules et des ramifications de tissus cellulaires, mais tout cela n'explique pas pourquoi les formations et les ramifications ressemblent à celles qui ont existé longtemps auparavant et dont il ne reste plus aucune trace. Voici, par exemple, deux particules de protoplasma, ou même, si l'on veut, deux cellules, prises dans le sac embryonnaire de deux plantes phanérogames. Sous le microscope on n'aperçoit aucune différence entre les deux protoplasmas ni entre les deux cellules. L'analyse chimique n'en montre également aucune. Cependant un de ces protoplasmas, ou une de ces cellules, produira, je suppose, un trèfle, et l'autre protoplasma ou cellule, un chêne, selon les origines. Mêmes phénomènes dans l'autre règne. Ainsi l'identité apparente — dans tous les cas, une ressemblance évidente — des particules initiales, conduit à des évolutions très-variées, reproduisant les formes antérieures de chaque ligne ascendante.

Nous voyons donc les résultats d'un mouvement qui produit les formes, mouvement appelé avec raison *plastique*. Nous voyons aussi, jusqu'à un certain degré de quelle manière il procède, physiquement ou chimiquement, mais nous ne voyons pas les causes, et nous devons penser qu'elles sont en dehors du champ de notre vision armée des plus puissants miscroscopes. Nous jugeons de la formation successive d'un être organisé à peu près comme avec une bonne lunette et à quelques lieues de distance nous comprenons la construction d'un édifice. Il sort de terre: il s'élève: il prend certaines formes, et nous apercevons quelques-uns des moyens par lesquels on transporte ou dispose les matériaux: mais nous ne voyons pas pourquoi l'édifice revêt la forme grec-

que ou gothique, se divise d'une manière plutôt que d'une autre, prend une certaine dimension, une certaine couleur, etc. Plusieurs causes essentielles nous échappent. De même, dans toute évolution, il y a un point où nous ne pouvons plus voir ni les faits ni les causes antérieures qui les produisent.

Le mouvement plastique est celui qui caractérise le mieux les êtres organisés. On ne voit rien de semblable dans les phénomènes de la matière inorganique. Quelques exemples suffiront pour le prouver, surtout si je les choisis dans les objets ou les phénomènes qui offrent certaines ressemblances avec ceux des règnes organiques : je citerai les cristaux et les machines.

Une substance inorganique se cristallise d'une façon bien déterminée et constante. A la suite d'agglomérations successives elle ressemble à un arbre qui végète, ou même, si l'on veut à un animal articulé. Mais cette substance ne passe pas d'un état cristallin à un autre. Chacun de ses fragments, mis dans des conditions favorables, ne produit pas, d'abord un hexaèdre, celui-ci engendrant un tétraèdre, lequel produirait un dodécaèdre, etc., — toujours dans le même ordre d'évolution, — tel fragment de l'un de ces cristaux pouvant lui-même ensuite répéter l'évolution. Chez un être organisé, les formes nombreuses et variées se répètent indéfiniment et dans un ordre semblable. Ainsi, du protoplasma formé dans un ovule de lys produit une cellule, qui engendre d'autres cellules sous une certaine forme propre à l'embryon du lys : cet embryon grandit avec addition de feuilles, fleurs, fruits, dont chaque partie externe ou interne a une position déterminée ; ensuite un fragment de la plante beaucoup plus simple (bulbille ou embryon), recommence une évo-

lution de formes presque identiques, et de même à l'infini. On voit à quel degré le mouvement des formations organisées est différent de celui des cristaux.

Les machines que nous construisons ressemblent à des êtres organisés. Il y a chez elles des parties qui servent à un ensemble, comme les organes des végétaux et des animaux. Il se fait des évolutions de formes, des mouvements, et quelquefois de véritables opérations chimiques dans l'intérieur des récipients, ou par élimination de divers matériaux. Telle machine produit une substance déterminée, comme une plante produit de la fécule, ou l'abeille de la cire. Mais on n'a jamais construit une machine dont les éléments, ou au moins certains éléments seraient capables de reproduire une autre machine à peu près identique, laquelle aurait des parties pouvant reproduire encore la même machine, et ainsi de suite indéfiniment. Peut-on se figurer, par exemple, une montre qui, tout en cheminant, produirait des morceaux de nature à devenir des montres nouvelles, de même construction que la précédente, de même forme, ayant les mêmes ornements, les mêmes lettres, sonnant les heures si la montre génératrice était à répétition, marquant les secondes si elle était à secondes, etc., reproduisant même quelquefois un défaut ou détail particulier d'une des montres antérieures. Aucune machine assurément ne donne, même à peu près, des résultats de cette nature.

Le mouvement plastique des êtres organisés est donc un mouvement dont les effets sont tout particuliers, qui agit par rénovations par phases, en suivant des formes variées et en même temps déterminées, dans chaque série d'individus.

Ceci est bien plus caractéristique de l'organisation que telle ou telle propriété chimique. On attache de l'importance quelquefois au fait qu'une membrane végétale ou animale produit tels ou tels effets sur des gaz ou des liquides, mais ce n'est pas plus singulier que les autres spécialités d'action chimique ou physique des substances inorganiques. On insiste aussi sur le fait que les chimistes ne sont pas parvenus à fabriquer une membrane. Ce n'est pas plus étonnant que l'impossibilité où ils sont encore aujourd'hui de fabriquer des diamants. Ils savent qu'un diamant est du carbone et qu'une membrane végétale est formée de telles et telles substances. Par conséquent, d'un jour à l'autre, ils peuvent arriver à fabriquer un diamant ou une membrane. Ce sont des difficultés dont la solution ne paraît ni impossible, ni improbable. Au contraire, la construction d'une machine douée du mouvement plastique des animaux et végétaux paraît complétement en dehors des moyens dont l'homme dispose. Il ne peut pas même tenter de faire quelque chose de semblable, parce qu'il ne connaît pas l'origine et le mode de transmission d'un mouvement de cette nature.

Je voudrais pourtant aborder les préliminaires de la question, et cela sans hypothèses, en partant de l'observation des faits et des principes modernes de la physique. Assurément je cours le risque d'être arrêté assez vite. Ce serait cependant quelque chose de pouvoir indiquer sur quelles bases et dans quel esprit on pourrait proposer des hypothèses, dans le but de lier les faits et d'entrevoir, jusqu'à un certain point, leurs causes.

D'après les physiciens *tout mouvement a pour cause un mouvement antérieur, qui continue d'agir de la même manière ou qui se transforme*. Cette loi, très-générale, est

basée à la fois sur le raisonnement et sur l'expérience. On peut en étudier la démonstration dans les mémoires de MM. Jules Robert Mayer, Joule et autres physiciens.

Il s'agit d'appliquer ce principe aux mouvements des êtres organisés, et en particulier au mouvement plastique, le plus distinctif de tous, dont M. J.-R. Mayer n'a pas parlé dans son ouvrage relatif à la nutrition.

Pour y parvenir, je chercherai, dans l'évolution des végétaux et des animaux, les périodes dans lesquelles on peut espérer de saisir l'origine d'un mouvement plastique, lequel doit provenir d'un autre mouvement, continué ou transformé. Les circonstances les plus favorables à l'observation doivent être celles d'une reprise de mouvement après un repos plus ou moins absolu, ou tout au moins après une absence temporaire de mouvement de formation. On doit voir alors si le mouvement plastique précède ou suit tel autre mouvement, et ce doit être le premier mouvement qui engendre le second, celui-ci le troisième, etc.

Je ne sais si le règne animal présente des faits de suspension de mouvement aussi nombreux et aussi clairs que ceux observés dans le règne végétal. Tout le monde a entendu parler d'animaux pris dans de la glace, de sangsues, par exemple, qui reprennent leurs mouvements quand la glace est fondue, mais est-on bien sûr que toute circulation intérieure et toute modification chimique cessent pendant l'état de congélation ? Je n'oserais l'affirmer. Les œufs, qui sont stationnaires en apparence, subissent en réalité des modifications chimiques, c'est-à-dire des mouvements moléculaires, accompagnés d'un développement de l'embryon. Les mouvements pourraient dans ce cas avoir été transmis directement du père et de la mère

au jeune individu. Le règne végétal, heureusement, offre des cas nombreux, connus et faciles à étudier, de suspensions de tout mouvement chimique, physique ou plastique. Je veux parler des graines, des spores de cryptogames et même de beaucoup de corpuscules analogues qu'on désigne sous les noms de bulbilles, bourgeons, etc. Tous ces corps, producteurs d'organes variés, se forment, sont ensuite stationnaires, et enfin se développent de nouveau. Examinons d'un peu plus près le phénomène.

Certaines cellules contenues dans le sac embryonnaire renferment du protoplasma, augmentent et se divisent. De cette manière, il se forme un embryon, contenu dans les enveloppes plus ou moins nombreuses de la graine. Cet embryon est une petite plante qui végète. Elle offre dès cette première période un mouvement plastique, en vertu duquel, s'il s'agit d'une dicotylédone, par exemple, il se forme une petite tigelle, deux premières feuilles opposées et même fréquemment d'autres feuilles. Tout cela se passe pendant que la graine tient encore à la plante mère. Le mouvement plastique pourrait donc, dans cette période, être la continuation de celui de la plante génératrice. A un certain moment, la graine se sépare de la plante, et si elle tombe dans un milieu qui ne détermine pas la germination, elle subsiste sans changement apparent pendant plusieurs mois, plusieurs années ou même plusieurs siècles. Si, au contraire, les conditions de la germination se présentent, on voit la petite plante grandir de nouveau et suivre sa longue évolution.

Ainsi, quand la graine manque absolument de l'une des trois conditions de la germination — eau, chaleur, gaz oxygène — l'arrêt de végétation de la jeune plante est complet, et la suspension du mouvement peut se prolon-

ger beaucoup, sans que la plante cesse pour cela de pouvoir se développer de nouveau lorsque les circonstances deviennent favorables. Il suffit de tenir les graines dans un lieu sec, sous une température ordinaire, pour qu'elles se conservent bien. Stratifiées dans du sable, leur durée est encore plus grande, et sous certaines conditions, elle est, pour ainsi-dire, illimitée. Je ne parle pas ici de graines tirées des anciens tombeaux de l'Égypte et qui auraient germé, parce que la germination, et l'authenticité de ces prétendues graines antiques, n'ont jamais été suffisamment prouvées [1], mais une conservation pendant deux ou trois mille ans n'a rien en elle-même d'improbable.

Il y a des exemples d'une durée aussi longue, peut-être même plus longue, qui sont bien constatés. Lorsqu'on ouvre des tranchées dans un sol vierge, pour des travaux de chemins de fer ou autres, il lève quelquefois, en grande abondance, des graines qui étaient enfouies depuis un temps incalculable. Un fait de ce genre a été observé récemment en Suisse, dans le canton de Neuchâtel, par M. L. Favre. Deux plantes, des terrains humides, *Typha minima* et *Myricaria germanica*, qui n'existent pas aujourd'hui dans le voisinage de la localité, sont sorties en abondance d'une couche profonde de terrain glaciaire, formant une pente sèche, au bas de laquelle un petit

[1] Le seul cas dans lequel, à ma connaissance, on puisse croire à une germination de ces graines, est celui de deux grains de blé mentionnés dans le journal allemand *Flora*, 1835, page 4. Cependant l'authenticité de l'origine laisse à désirer. Les Arabes se permettent beaucoup de fraudes. Ils introduisent quelquefois des graines modernes dans de vieux cercueils de momies. Les blés dits de momie, qu'on cultive, viennent d'Égypte, mais probablement de l'Égypte moderne, du moins une origine antique n'a pas été démontrée.

ruisseau a creusé son lit depuis une longue série de siècles [1]. Les glaciers doivent avoir disparu de cette partie du Jura depuis quelques milliers d'années. Dans ces cas de stratification de graines, c'est l'oxygène de l'air qui manque pour déterminer la germination. Il se forme sans doute, au premier moment, un peu de gaz acide carbonique, à cause de l'air qui existe autour de chaque graine dans le terrain, mais ce gaz ne doit pas s'échapper facilement et sa présence autour de la graine fait obstacle à une continuation des phénomènes d'oxygénation. Les graines qui tombent au fond d'une eau tranquille se trouvent aussi privées d'oxygène. Malgré la pénétration du liquide dans leur tissu, elles ne germent pas. Elles se conservent, comme les bois des anciennes habitations lacustres, comme les vaisseaux submergés à une certaine profondeur, et si le hasard ramène ensuite de pareilles graines au contact de l'air, elles germent quelquefois, après un état stationnaire dont la durée a pu être extrêmement longue. C'est ce qui est arrivé quand on a desséché la mer d'Haarlem.

Dans une graine qui n'est pas en contact avec l'oxygène et qui n'est ni gonflée par l'humidité, ni travaillée par les dilatations et contractions du calorique, ni même atteinte par les ébranlements que pourrait peut-être déterminer la lumière, on ne voit pas quel mouvement peut exister. Les particules de la matière s'y trouvent dans un état d'équilibre stable, et l'expérience démontre que plus cet état est stable, c'est-à-dire plus le repos apparent est complet, plus la jeune plante contenue dans la graine con-

[1] Bulletin de la Société des Sciences de Neuchâtel, 1870, vol. VIII, p. 479.

serve sa faculté de germer. S'il y a quelque mouvement interne, ce ne peut être que le mouvement d'une matière invisible et impondérable — d'un éther, tel qu'on le suppose exister dans tous les corps afin d'expliquer les phénomènes lumineux et électriques. Mais, à ce point de vue même, le repos des graines en question paraît complet, car aucun phénomène de lumière, d'électricité, de chaleur ou de magnétisme ne s'aperçoit chez elles.

Que se passe-t-il pour qu'un mouvement de formation de tige, feuilles, rameaux, fleurs, fruits, etc., puisse paraître de nouveau sur la jeune plante ? Il faut d'abord qu'une absorption de liquide ait lieu par les enveloppes, qui se distendent et se ramollissent, et par la surface même de l'embryon soit jeune plante — phénomène purement physique. Il faut aussi que l'oxygène de l'air détermine une sorte de combustion lente des tissus, — phénomène chimique. Enfin, la production de gaz acide carbonique et l'accès de l'eau liquide dans les cellules de la plante, conjointement avec une certaine chaleur, déterminent des courants dans le protoplasma des cellules, et en général, des mouvements dans l'intérieur de la plante. Il n'est pas encore question de lumière : toute cette première phase de la germination se passe parfaitement bien dans un lieu obscur, en particulier au-dessous de la surface du sol. On voit que *le mouvement plastique*, c'est-à-dire de formation de nouveaux tissus et de division en organes, *vient après les mouvements purement physiques et chimiques.*

En d'autres termes le mouvement plastique n'a pas lieu s'il n'a été précédé immédiatement par d'autres mouvements physiques et chimiques, de même que la chaleur causée par le choc de deux corps solides n'existe pas si auparavant l'un des corps n'était pas en mouvement et

l'autre en repos. Dans ce dernier exemple on estime avoir la preuve qu'un mouvement mécanique peut se transformer en chaleur. Donc il faut admettre aussi que des mouvements physiques et chimiques peuvent se transformer en mouvements plastiques. Pour une plante qui a été longtemps stationnaire il n'est pas possible de supposer une autre origine à ce genre de mouvement.

J'ai cité la jeune plante contenue, pendant des années ou des siècles, dans une graine, mais il y a d'autres exemples de cessation de mouvement, surtout de mouvement plastique, dans le règne végétal. Pendant l'hiver nos arbres ne forment pas de nouveaux organes. Il y a, dans leur intérieur, des transmissions et modifications de substances, sans évolution. Ici encore les mouvements physiques et chimiques de l'hiver précèdent ceux de développement, qui ont lieu quand la chaleur revient.

Chez les animaux, d'autres catégories de mouvements attirent volontiers notre attention. Il y a des mouvements mécaniques, dont l'origine, d'après les physiciens modernes [1], est bien dans les actions chimiques de la nutrition. Il y a aussi tous les phénomènes qui se rattachent plus particulièrement au système nerveux.

Si l'homme ne se fait pas une complète illusion, les phénomènes moraux et intellectuels ne seraient pas sans quelque ressemblance avec des mouvements. Notre langage ordinaire implique cette idée, car nous disons un *mouvement* de pitié, de sympathie, d'admiration, de colère — un bon, un mauvais *mouvement*, etc. Une idée nous *traverse* l'esprit, etc. Ce qui nous empêche de saisir mieux

[1] J.-R. Mayer, Mémoire sur le mouvement organique dans ses rapports avec la nutrition, publié en 1842, traduit en français en 1872.

la nature des phénomènes, c'est leur extrême rapidité. Depuis Platon jusqu'à nos jours on n'a pas inventé le moindre appareil pour les ralentir, ni le plus petit microscope pour observer des phénomènes intellectuels[1]. Nous sommes forcés de les voir aussi mal que les anciens, tandis que pour les faits dont on s'occupe dans les sciences physiques et naturelles, on a augmenté énormément l'étendue des recherches, et on les a rendues plus précises, au moyen d'appareils spéciaux.

Quoi qu'il en soit des phénomènes qui dépendent de l'existence du système nerveux des animaux, les mouvements mécaniques suivent évidemment chez eux des mouvements physiques et chimiques de nutrition, et les mouvements plastiques paraissent aussi une conséquence des mouvements physiques et chimiques, comme chez les végétaux. On ne voit pas se développer de nouveaux organes dans un animal, en particulier le système nerveux, sans un travail physique et chimique antérieur. Le mouvement plastique se montre premièrement par une extension des tissus et une formation d'organes plus ou moins apparents, ensuite par la formation de germes non fécondés ou d'ovules et spermatozoaires, qui continue après la croissance générale de l'individu. S'il y a une interruption prolongée dans les mouvements physiques et chimiques de la nutrition, le mouvement plastique en est arrêté, et les mouvements mécaniques et intellectuels également. Si quelque mouvement mécanique, plastique ou intellectuel est très-fort, l'animal commence à souffrir, à moins d'un mouvement physique et chimique de nutrition assez

[1] Je ne parle pas de la transmission par les nerfs qu'on a pu étudier, mais des phénomènes qui se passent à l'origine d'une transmission, comme un acte de volonté, de mémoire, etc.

énergique pour remplacer le mouvement perdu et au besoin le continuer. Il y a donc un enchaînement de causes et d'effets. Dans le règne végétal les mouvements physiques et chimiques ne produisent que des mouvements plastiques : dans le règne animal ils se transforment en deux espèces de mouvements : plastique, et du système nerveux. Ce dernier est lui-même de deux sortes : mouvement dans l'intérieur du système nerveux et mouvement mécanique. La multiplicité de ces phénomènes dans le règne animal fait qu'il est plus prudent d'étudier l'origine du mouvement plastique dans le règne végétal, où l'on voit sans peine qu'il résulte de mouvements physiques et chimiques.

La transformation de ces mouvements physiques ou chimiques en mouvements ou plastiques ou du système nerveux, constitue ce que nous appelons ordinairement la *vie*. Je ne connais pas de définition de ce mot qui soit plus claire et mieux appuyée sur les faits. Du reste, c'est l'usage qui établit le sens des mots, et l'usage, dans le cas actuel, est bien réel. Par exemple, vous doutez qu'une plante soit vivante : mais si vous voyez ses bourgeons sortir, ou des bourgeons déjà formés grossir et s'épanouir, vous dites : elle vit. C'est bien à cause d'un mouvement apparent de formation que vous vous exprimez de cette manière. Peut-être direz-vous : ce mouvement n'est que l'indice d'une cause. C'est parfaitement exact ; il n'y a pas de mouvement sans cause, et la cause d'un mouvement doit être un mouvement antérieur. Seulement il y a eu transformation des mouvements. S'il n'y avait eu que des mouvements physiques ou chimiques vous n'auriez pas employé le mot *vivre*. Ainsi, les chimistes prouvent que les bourgeons produisent du gaz acide carbonique, par

une combinaison de leur carbone avec l'oxygène de l'air. Cette modification, qui est un mouvement chimique des molécules, se verrait également avec des feuilles desséchées, des copeaux ou de la sciure de bois, mais il n'y a pas de transformation en mouvement plastique, et alors vous ne dites pas que les feuilles sèches, les copeaux, la sciure de bois, les bourgeons sont vivants. Autre exemple. Un animal vous paraît mort. Si cependant vous le voyez remuer, sans impulsion extérieure, vous dites aussitôt : il vit. Dans ce cas, c'est un mouvement mécanique qui a succédé aux mouvements chimiques, dont l'animal, en apparence mort, n'était certainement pas exempt. Il y avait chez lui des substances nutritives propres à une transformation en mouvement mécanique, et la transformation ayant eu lieu vous avez constaté la vie.

Le mot de *vitalité* s'applique à la possibilité de produire des transformations de mouvements physiques ou chimiques en d'autres mouvements, lorsque les circonstances deviennent favorables. Une graine peut conserver sa vitalité, mais pendant ce temps elle n'est pas, à proprement parler, vivante. Quelque changement pourrait survenir qui lui ôterait sa vitalité.

La *force vitale*, expression scientifique dont on a beaucoup abusé, me paraît une expression superflue. En effet, si l'on définit le mot force comme le veut l'illustre physicien, M. Jules-Robert Mayer [1] : « Tout ce qui peut être converti en mouvement, » et si l'on dit avec lui : « Aucun mouvement ne naît par lui-même, il provient d'une cause, la force, » on voit aussitôt que la cause des mouvements plastiques et mécaniques étant un mouvement physique

[1] Mémoire déjà cité ; trad. franç., page 5 ; voir aussi page 71.

ou chimique, la force dite vitale est simplement la force qui meut d'abord les particules de la matière pour les rapprocher, les éloigner ou les modifier chimiquement, et, qui ensuite se transforme. Le mot de mouvement suffit, et il a l'avantage d'être parfaitement clair.

Ces observations sur les mots ne sont qu'une digression. Je reviens à la question essentielle du mouvement.

La transformation, chez les êtres organisés, de mouvements physiques et chimiques en mouvements plastiques et autres, étant reconnue, il n'en résulte pas qu'on comprenne mieux pourquoi le mouvement plastique procède d'une certaine manière, propre à chacune des innombrables séries de formes végétales et animales appelées races, espèces, genres, familles ou classes. Lorsqu'on veut examiner les causes de ce *modus operandi*, on entre nécessairement dans le domaine des hypothèses, par la raison bien évidente qu'on ne voit pas une formation avant qu'elle ait acquis une certaine dimension, perceptible sous un bon microscope. A un certain degré de petitesse de la matière — environ $^1/_{4000}$ de millimètre [1] — l'observateur a le choix, ou de s'arrêter, ou de s'aventurer dans des théories et des hypothèses.

J'incline assez volontiers vers le premier de ces deux partis, cependant comme les faits montrent jusqu'à un certain point dans quel sens doivent se diriger les hypothèses, il n'est peut-être pas inutile d'ajouter encore quelques mots.

Si le mouvement plastique formait uniquement des cellules ajoutées à des cellules, on pourrait y voir une

[1] Un homme doué de bons yeux peut voir, à la vue simple, un organe de $^1/_4$ de millimètre de diamètre, et sous le microscope il voit, encore assez nettement, ce qui est mille fois plus petit.

simple continuation des phénomènes physiques et chimiques. Cela ressemblerait beaucoup à une cristallisation. Mais, comme je le faisais remarquer tout à l'heure, la formation revêt des formes qui parcourent une espèce de cycle, en procédant par des répétitions successives. Ainsi des cellules venant à se développer dans la partie supérieure d'une plante, il se trouve que les formes de leurs agglomérations ne seront pas celles de la région inférieure, mais qu'elles imiteront presque complétement ce qui existait une ou plusieurs générations auparavant dans la partie correspondante du végétal. Au point de vue chimique et physique, on comprendrait que du protoplasma contenu dans une cellule A, pût amener, par extension et transmission au travers des membranes, une formation analogue à celle de A, mais il se développe des parties analogues à d'autres, très-éloignées au double point de vue du temps et de l'espace! L'étamine, par exemple, se trouve constituée extérieurement et intérieurement d'une autre manière que les feuilles, malgré certaines analogies, et l'ovule, qui se forme plus tard, ne ressemble pas non plus à la feuille, mais l'étamine et l'ovule ont une étroite ressemblance avec les organes de même nature qui avaient existé d'autres années auparavant, sur les individus de générations antérieures. Pourquoi la transformation de mouvements physiques et chimiques semblables, comme l'absorption, la diffusion des liquides, les décompositions chimiques de certains corps, en mouvements plastiques, produit-elle tantôt une forme et tantôt une autre? Véritablement, après avoir constaté l'origine de la force plastique dans l'être organisé, il faut avouer que nous ne comprenons pas du tout sa manière d'opérer.

Je voudrais cependant me poser une question : les for-

mes si variées, qui se reproduisent dans un ordre si régulier, peuvent-elles venir de la nature du mouvement lui-même, ou de la nature des corps qui le reçoivent, et le transmettent, au milieu d'obstacles plus ou moins compliqués ?

Le mouvement, considéré d'une manière générale résulte d'une notion de notre esprit étroitement liée à celle de l'espace. Un homme ignorant, qui n'a aucune idée de l'existence de l'air atmosphérique, peut considérer deux points du ciel et comprendre le transport de l'un à l'autre. Il n'a pas besoin de mesurer la distance ou de voir passer un objet soutenu par l'air. La notion du mouvement est abstraite, tandis que les corps mis en mouvement sont une réalité palpable. En outre, le mouvement, considéré en lui-même, est une chose très-simple : le transport d'un point à l'autre dans l'espace. Mais la nature variée des corps nous oblige à reconnaître, en ce qui les concerne, des mouvements de diverses espèces. Ainsi nous distinguons des mouvements de translation, de rotation, de nutation, d'ondulation, etc., qui découlent des substances mises en mouvement et des corps qu'elles rencontrent.

Cela se comprend bien, si l'on emploie un genre de comparaison souvent usité dans les ouvrages de physique. On parle du jeu de billard, dans lequel une bille lancée contre une autre communique à celle-ci son mouvement. On peut suivre la comparaison et rappeler qu'un joueur produit et transmet, de bille en bille, des mouvements d'une diversité singulière. Ce joueur ne fait pourtant que donner un coup, mais il frappe un corps sphérique, tantôt sur un point tantôt sur un autre, et le corps sphérique va frapper, tantôt d'un côté, tantôt d'un autre ou des

obstacles ou un second corps sphérique. Supposez les billes d'une autre forme ou de grandeurs diverses ou ayant un côté plus pesant que l'autre ou quelque autre diversité, supposez aussi des obstacles autres que les bandes rectilignes et le drap horizontal du billard, vous aurez, pour la même impulsion donnée, des effets complétement différents. Du reste, les machines nous montrent des résultats excessivement variés produits par un mouvement semblable. Ainsi, la roue que fait tourner un homme, peut amener un nombre incalculable et illimité d'autres mouvements, selon les agencements, les obstacles et les corps mis en contact, par suite des diverses impulsions qui se succèdent.

D'après ces exemples, et en réfléchissant à ce qu'est le mouvement en théorie, il convient de chercher l'explication de la manière d'opérer du mouvement plastique dans les substances variées qui constituent l'être organisé, aussi bien que dans le mouvement lui-même.

La recherche ne serait pas très-difficile, si les corps organisés se composaient uniquement de substances visibles à nos yeux. Mais ce que nous voyons se compose d'agglomérations perceptibles à la vue simple ou avec un fort microscope, ces agglomérations en comprenant d'autres, et celles-ci d'autres encore, indéfiniment, qui sont pour nous invisibles et impondérables. Ces agglomérations diverses jouent sans doute un rôle dans la transmission et la transformation des mouvements. Peut-être les plus ténues sont-elles les plus importantes dans les actions et réactions qui s'opèrent à notre insu? C'est au milieu de ces choses inconnues, inabordables avec nos moyens d'observation, qu'il faut se hasarder quand on veut émettre des hypothèses. Elles doivent par-

tir du protoplasma, premier objet actuellement perceptible au moyen du microscope, et supposer des matières beaucoup plus ténues, que les mouvements physiques et chimiques mettraient en action pour diriger les courants de protoplasma d'une manière ou d'une autre. Les matières très-ténues circuleraient facilement au travers des liquides et des membranes, et porteraient çà et là leurs mouvements, en raison de leur nature propre et de la nature des obstacles qu'elles rencontrent.

Telle doit être la tendance générale des hypothèses, et c'est bien en partie de cette manière que d'illustres philosophes les ont entendues à diverses époques. Les hypothèses groupées par M. Darwin sous le nom de *pangenèse* sont les plus récentes, mais comme il le remarque lui-même, elles ne diffèrent pas beaucoup de celles émises autrefois par des savants ingénieux [1]. Dans cet ordre d'idées rien n'est précisément nouveau, et comme il s'agit de choses invisibles, on peut s'attendre à la même uniformité de conceptions que pour les causes également inabordables des phénomènes moléculaires, en chimie ou en physique, et des phénomènes du système nerveux, chez les animaux. On ne voit pas ce qui fait passer les courants de formation des tissus d'une manière plutôt que d'une autre, mais on ne voit pas davantage comment les parties constituantes d'un corps se combinent, comment elles passent de l'état solide à l'état liquide ou vice versâ, ni comment une volonté se détermine dans notre tête. Là où l'observation directe et l'expérience ne peuvent rien, l'imagination n'a pas autant de ressources qu'on le suppose, et d'ailleurs des créations

[1] Darwin, De la variation des animaux et des plantes, trad. franç., II, p. 399.

purement fantastiques, qui seraient complétement éloignées de la base des faits, n'ont aucune valeur dans la science.

Je disais tout à l'heure que les hypothèses connues répondent *en partie* aux bases essentielles fondées sur les faits. Leur défaut est de laisser de côté les obstacles que les mouvements de corpuscules extrêmement petits doivent nécessairement rencontrer. Il n'y a point d'appareil ou de machine où le mouvement ne soit arrêté, dévié ou transformé par des obstacles. C'est même la cause de la grande variété des effets. S'il y a dans les êtres organisés des mouvements de corpuscules impondérables — et ceci est dans toutes les hypothèses — il faut rapprocher les végétaux et les animaux des appareils d'optique et d'électricité, dans lesquels un éther supposé se meut et produit une multitude d'effets. Or, les mouvements de l'éther rencontrent des corps opaques ou transparents, s'il s'agit de lumière, et des corps conducteurs ou non conducteurs, s'il s'agit d'électricité. La nature et la disposition de ces obstacles a une immense importance, et pourtant il suffit d'une légère différence physique ou chimique pour qu'un corps soit transparent ou opaque, conducteur ou non conducteur d'électricité. Les gemmules supposées, dans la pangénèse de M. Darwin, devaient être considérées comme rencontrant des obstacles, tantôt dans un liquide et tantôt dans un solide, au travers de chaque forme des êtres organisés. Malgré la perméabilité des corps, cela doit exister. Que les obstacles soient plus petits que nous ne pouvons les voir, ou qu'ils soient simplement le protoplasma et les membranes subséquentes, il faut en admettre, et par conséquent il faudrait, dans une bonne hypothèse, supposer tel ou tel genre d'obstacles. Sans la double base du mouve-

ment et des obstacles, les hypothèses, quelque spécieuses qu'elles soient, sont improbables. Un jour on en tiendra compte, mais le moment de se passionner sur ce genre d'hypothèses n'est pas encore venu. Il viendra.

En effet, il y a des époques où les hypothèses sur l'évolution des êtres organisés doivent reprendre avec ardeur. C'est lorsqu'on a épuisé, jusqu'à un certain degré, l'étude des phénomènes visibles et palpables, avec les moyens dont on dispose.

Nous approchons d'une de ces époques, tandis que nos prédécesseurs, il y a trente ou quarante ans, en étaient extrêmement éloignés. Deux circonstances avaient dû les rendre essentiellement positifs. Après les grandes guerres du commencement du siècle, les voyages nombreux et lointains de naturalistes habiles augmentèrent subitement les collections. Il fallut nécessairement décrire, nommer, classer une infinité d'animaux et de végétaux, qui arrivaient de toutes les parties de la terre. La science fut comme submergée, et rien qu'à étudier les formes les plus apparentes il y eut de quoi fatiguer toute une génération. Elle avançait dans ce travail, quand on inventa de meilleurs microscopes et des moyens perfectionnés de s'en servir. Le champ des objets à étudier fut agrandi dans ce sens, comme dans l'autre, et devint l'occupation favorite d'une moitié à peu près des naturalistes. Depuis cinquante ans les travaux de description de formes externes et internes s'accumulent, mais on ne découvre plus guère de nouvelles faunes ou de nouvelles flores, et les perfectionnements dans les moyens d'observation microscopique deviennent plus difficiles. On connaîtra bientôt la totalité des formes et leur évolution jusqu'au grossissement de

douze cents fois, mieux qu'on ne connaissait dans le siècle dernier un nombre beaucoup plus limité de formes et de développements organiques. Alors, les naturalistes se sentiront à la fois plus libres et plus éclairés sur les faits. La conséquence en sera qu'ils voudront de nouveau s'élancer hors de l'espace dans lequel nous sommes enfermés. Connaissant mieux les phénomènes visibles et palpables, ils penseront davantage aux autres. Plus ils auront appris, mieux ils comprendront qu'une immensité d'autres phénomènes est au delà. Dans cet inconnu insaisissable, qui les entoure, ils ne pourront ordinairement que hasarder des hypothèses, et ils le feront jusqu'à ce qu'ils en soient rassasiés ou que des procédés nouveaux d'observation leur aient donné quelque nouvelle tâche positive à remplir.

---

# NOTE

SUR LA

# GÉOLOGIE DES RALLIGSTÖCKE

## (AU BORD DU LAC DE THOUNE)

PAR

**ERNEST FAVRE**

(Planche II)

---

M. le professeur Studer[1] s'est occupé à diverses époques de la géologie des Ralligstöcke. En 1850, M. Rutimeyer[2] a décrit d'une manière détaillée la structure bizarre et compliquée de ces montagnes. Depuis lors, elles ont été visitées par un grand nombre de géologues. Les recherches d'un habile collecteur de fossiles, G. Tschan, ont fait connaître plusieurs horizons géologiques et paléontologiques nouveaux. La plupart des matériaux recueillis par lui ont été acquis par le musée de Berne et sont devenus le sujet de divers travaux de MM. Ooster et de Fischer-Ooster[3].

J'ai visité à diverses reprises les Ralligstöcke, sous la conduite de Tschan. La coupe géologique que j'ai obtenue m'a amené à des conclusions qui diffèrent sur quel-

[1] Mollasse, 1825. — Westl. Schweiz. Alp. 1834. — Geol. d. Schweiz, 1851. — Archives (Bibl. Univ.), 1862. — Mitth. Bern aus 1871. — Archives, 1872, t. XLIV, pl. I.

[2] Nouv. Mém. de la Société helv., 1850, t. XI. — Extrait, Archives, 1848, t. IX, 177.

[3] Protozoe helv. II. — Mitth. Bern aus 1871.

ques points de celles qui ont été exprimées précédemment : je les exposerai dans les pages suivantes. Cette étude est essentiellement stratigraphique. Les faunes riches et variées de cette région, qui sont très-bien représentées au musée de Berne, pourraient donner lieu à une série de monographies locales d'un haut intérêt : leur étude a, du reste, été déjà partiellement entreprise par M. Ooster.

Il y a en Suisse peu de régions aussi compliquées au point de vue géologique que les bords du lac de Thoune. L'extrémité orientale de ce lac est occupée par la chaîne du Morgenberghorn qui présente en position renversée le flysch, le terrain nummulitique, la craie, le gault, l'aptien, l'urgonien et le néocomien : cette chaîne se prolonge sur la rive nord du lac par la montagne du Harder qui a la même structure et qui limite à l'est la vallée d'Habkern. C'est à cette extrémité seule qu'on peut reconnaître de l'analogie dans la constitution géologique des deux rives du lac. On trouve à l'ouest du Morgenberghorn le flysch, puis les couches rhétiennes et le gypse des environs de Spiez, dominés par le Niesen, indiqué jusqu'ici comme appartenant au flysch : plus à l'ouest encore, le massif du Stockhorn, formé de terrains très-contournés, commence par les montagnes de la Simmenfluh et de la Burgfluh qui dominent le pont de Wimmis, et dont les gisements fossilifères ont acquis depuis quelques années une certaine célébrité.

A l'ouest du Harder, la rive droite du lac est bordée par les montagnes du Beatenberg et des Ralligstöcke auxquelles succèdent les collines miocènes des environs de Sigriswyl. Ces montagnes forment l'extrémité sud d'une double chaîne dont la plus orientale, s'étendant au N.-E.,

aboutit au mont Pilate au bord du lac de Lucerne, tandis que la plus occidentale, celle des Ralligstöcke, se termine sur la rive gauche de l'Emme à Schöriz. Ces deux chaînes se composent principalement de terrains crétacés et éocènes, limités à l'ouest par les terrains miocènes de la plaine suisse, et soumis à de grands et singuliers contournements dont M. Kaufmann a donné de beaux exemples dans sa description géologique du Pilate.

Les terrains qui constituent ces chaînes s'abaissent rapidement au sud sur le bord du lac de Thoune. C'est ainsi que le grès nummulitique qui forme le sommet du Niederhorn plonge avec une inclinaison très-grande sous les eaux du lac à la Nase et au Nasthal [1] en recouvrant les calcaires urgoniens et néocomiens qui sont aussi inclinés que lui (Fig. 3). Les deux rives du lac ne se correspondent donc pas, et, suivant la remarque déjà faite par M. Studer, la dépression qu'il occupe aujourd'hui est formée par une fracture perpendiculaire à la chaîne des Alpes. La disposition singulière des terrains dans les Ralligstöcke est due aux bouleversements qui ont accompagné cette fracture, combinés avec ceux qu'on observe le long de la limite septentrionale des Alpes.

La montagne des Ralligstöcke est constituée par des terrains qui plongent synclinalement vers l'intérieur de la chaîne. En la gravissant depuis le Bodmi, on traverse les formations suivantes (Fig. 2) :

*c*, Cargneule et marne rouge associées à du gypse qui était exploité, il y a quelques années, mais qui n'est plus

[1] La carte géologique jointe au mémoire de M. Rutimeyer n'indique dans ces localités que le terrain néocomien.

visible maintenant ; ces roches se trouvent dans un ravin et l'on ne peut voir le plongement des couches.

Elles sont dominées par un monticule formé de roches liasiques et rhétiennes (*l*) ; à la base on trouve des calcaires gris noir, un peu schisteux du lias inférieur, renfermant :

| | |
|---|---|
| Ammonites oxynotus Quenst. | Ammonites geometricus Opp. |
| raricostatus Ziet. | Conybeari Sow. |
| resurgens Dum. | Pecten textorius Hehl. |
| globosus Ziet. | Hehlii d'Orb. |

Ces couches sont surmontées de calcaire rhétien, roche cristalline, foncée, dure, contenant :

| | |
|---|---|
| Astarte psilonoti Quenst. | Plicatula intusstriata Emmr. |
| Avicula contorta ? Portl. | Pecten Valoniensis Defr. |
| Placunopsis Schafhaütli Rnv. | Terebratula grossulus Suess. |
| Mortilleti Stopp. | Grestenensis Suess. |

et d'un calcaire cristallin gris clair avec des fossiles du lias moyen :

| | |
|---|---|
| Belemnites elongatus Dum. | Gresslya striata Dum. |
| Spiriferina rostrata Dav. | Mytilus numismalis Opp. |
| verrucosa Opp. | Avicula cygnipes Phill. |
| Rhynchonella tetraedra Dum. | Lima Juliana Dum. |
| Terebratula numismalis Quenst. | Pecten Humberti Dum. [1] |

Ces couches se prolongent le long du flanc de la montagne dans la même position à l'Obere Matte, l'Oberzettenalp et l'Unterzettenalp. Au-dessus d'elles se trouve un petit pâturage de 50 pas de long, dans lequel on ne distingue aucune roche en place. Puis vient la série suivante de terrains :

[1] Ces déterminations de fossiles et les suivantes sont tirées d'un travail de M. de Fischer-Ooster. Mitth. Bern aus 1870, p. 198 et suiv.

*T*, Grès de Taviglianaz, gris verdâtre, à grains moyens, moucheté comme cette roche l'est si fréquemment.

*Sch*, Schistes calcaires, marneux, sableux; compactes, assez puissants que je désigne, pour abréger, sous le nom de schistes de Merligen. Ils forment le prolongement des couches qui se trouvent près de ce village et dont M. Ooster a décrit une faune qu'il rapporte à l'époque crétacée.

*N*, Terrain néocomien.

1° Calcaire de couleur foncée, dur, en bancs minces.

2° Calcaires marneux, contenant :

Belemnites pistilliformis Blainv.
Ammonites cassida d'Orb.
Cornuelianus d'Orb.
Ammonites subfimbriatus d'Orb.
Ptychoceras Morloti Oost.

Ces couches renferment, sur leur prolongement du côté de l'Oberzettenalp, les mêmes fossiles plus les espèces suivantes :

Belemnites semicanaliculatus Bl.
dilatatus Bl.
bipartitus d'Orb.
conicus d'Orb.
Nautilus neocomiensis d'Orb.
Ammonites Grasianus d'Orb.
clypeiformis d'Orb.
Ammonites Astierianus d'Orb.
cf. difficilis d'Orb.
Baculites neocomiensis d'Orb.
Ancyloceras Emerici d'Orb.
Crioceras Duvalii d'Orb.
Villersianum Ast.
Aptychus Didaei Coq.

3° Calcaire semblable au n° 1, dur, contenant l'*Echinospatagus cordiformis* (*Toxaster complanatus*).

*u*, Calcaire urgonien, dur, en bancs puissants, blanc à l'extérieur, d'un gris foncé dans les cassures fraîches.

*N*, Calcaire semblable au n° 1.

*u*, Calcaire urgonien.

*nu*, Terrain nummulitique formé de grès et de calcaires. Les grès sont puissants, durs; ils sont connus sous

le nom de grès quartzeux *(quarzsandstein)*, ou de grès du Hohgant. Les calcaires sont tantôt compactes, tantôt marneux, sableux et schisteux. Certaines couches sont très-fossilifères (*Numm. complanata, Ramondi; Orbit. Fortisii, papyracea, radians, stellata*, etc.); la Berglis-kehle, petite vallée longitudinale qui se trouve près du sommet de la montagne, renferme une couche pétrie de coquilles. Les gastéropodes (*Neritina Fischeri*, Brunn., *Cerithium ligatum*, Brunn., etc.), les bivalves, les foraminifères y sont très-nombreux. Les fossiles du terrain nummulitique des Ralligstöcke ont été décrits en partie par M. Brunner, puis par M. Rutimeyer; M. Studer en a aussi donné une liste (Geol. der Schweiz, II, 102).

*R*, La partie supérieure des couches nummulitiques est formée par un calcaire compacte qui est susceptible d'un très-beau poli; il est rempli d'orbitolites, on le nomme marbre de Ralligen.

*sch*, Schistes de Merligen renfermant un grand nombre de petits fossiles, dentales, foraminifères, etc.; ils occupent en ce point la surface de la montagne.

La coupe du versant est des Ralligstöcke n'est pas symétrique à la précédente; on n'y trouve pas l'alternance des calcaires néocomien et urgonien que j'ai signalée du côté occidental. En revanche, elle correspond parfaitement à la coupe de la chaine du Beatenberg, dont les couches plongent à l'est et dont elle est séparée par le Justithal. Cette vallée est donc formée par la rupture d'une voûte, rupture qui a mis à découvert des marnes néocomiennes à fossiles pyriteux, qui n'apparaissent pas du côté occidental. M. C. Mayer [1] a donné la coupe suivante du terrain crétacé inférieur du Justithal:

[1] Tabl. synchr. des couches crét. de la zone N. des Alpes, 1867.

1° Marnes calcaires schisteuses grises et noires très-puissantes (*Nm* de la coupe), à petits fossiles pyriteux :

| | |
|---|---|
| Belemnites bipartitus. | Ammonites neocomiensis. |
| pistilliformis. | strangulatus. |
| Orbignyi. | Crioceras Puzosianus. |
| Ammonites asperrimus. | Baculites neocomiensis. |
| Grasianus. | Aptychus Mortilleti. |

2° Calcaire noirâtre siliceux sans fossiles (désigné dans la coupe par *N* ainsi que les couches suivantes).

3° Couche chloriteuse, dure, peu épaisse (30 cent.) avec

| | |
|---|---|
| Belemnites binervius. | Ammonites neocomiensis. |
| pistilliformis. | cryptoceras. |
| minaret. | Astierianus. |
| Ammonites Grasianus. | Terebratula diphyoides. |

4° Marnes schisteuses, grises, tendres, avec

| | |
|---|---|
| Belemnites pistilliformis. | Ammonites Astierianus. |
| dilatatus. | Leopoldinus. |
| semicanaliculatus. | neocomiensis. |
| Ammonites cultratus. | Aptychus Didayi. |
| Grasianus. | Seranonis. |

5° Calcaire noirâtre, siliceux, dur, en bancs minces, pauvre en fossiles, avec l'*Echinospatagus cordiformis*.

Le calcaire n° 5 ressemble beaucoup au calcaire n° 2. Au-dessus se trouvent les couches suivantes:

*u*, Calcaire urgonien.

*nu*, Grès et calcaire nummulitiques avec le marbre de Ralligen (*R*) à leur partie supérieure.

*sch*, Schistes de Merligen.

La structure interne des Ralligstöcke est bien différente de celle que fait supposer la coupe que je viens de décrire. Elle nous est dévoilée dans les escarpements qui

font face au lac de Thoune (fig. 1), mais dans lesquels la végétation et les éboulements rendent l'observation très-difficile.

On voit à Merligen même, au bord du lac, un rocher en place de grès de Taviglianaz; c'est un grès dur, verdâtre, moucheté, exactement semblable au grès du Bodmi et au grès de Taviglianaz typique qu'on trouve dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie au-dessus du grès nummulitique: cette même roche forme le sol des vergers qui dominent une partie du village; on la retrouve en un point un peu plus loin, puis dans l'Opetengraben au-dessus de sa jonction avec le Tanzbodengraben; elle forme une masse considérable entre ce dernier ravin et le Stillenbach, ainsi qu'à la Dallefluh où elle contient beaucoup de laumonite. Les couches en sont froissées et contournées; Tschan y a recueilli, au Stillenbach et à la Dallefluh, un certain nombre de restes mal conservés de mollusques et de plantes. Comme ce grès ne se trouve nulle part au-dessus ou au-dessous de la ligne indiquée, il est évident qu'il forme une bande continue que d'ailleurs la végétation et les éboulis empêchent seuls d'observer.

J'en dis autant des schistes qui recouvrent le grès de Taviglianaz. Je les ai vus au-dessus de Merligen, entre ce village et l'Opetengraben et dans ce ravin même où ils ont une grande épaisseur; ils se trouvent partout de là au Stillenbach au-dessus du grès de Taviglianaz: ils disparaissent en ce point sous les éboulis, mais reparaissent à la Dallefluh. Ces schistes que j'ai nommés plus haut schistes de Merligen, sont formés de couches calcaréo-marneuses et sableuses; ils ont beaucoup d'analogie avec certaines couches du flysch, comme l'ont remarqué M. Studer, M. Ooster et plus anciennement M. Rutimeyer, qui

les attribuait à la même formation que le grès de Taviglianaz. Ils renferment un très-grand nombre de petits organismes, que M. Ooster (Prot. helv. 1870, II) a fait connaître et qu'il rapporte à la série crétacée supérieure.

J'ai pu constater avec une parfaite certitude que ces schistes ne sont pas intercalés entre le calcaire urgonien et le grès nummulitique, comme l'indique la coupe de M. Studer, et comme l'a dit M. Ooster. Ces deux roches dont les têtes de couches reposent presque perpendiculairement sur les schistes, ainsi que je l'ai figuré, sont en contact immédiat. J'ai vu, en outre, dans l'Opetengraben, au point *R*, une couche éocène de marbre de Ralligen intercalée au milieu d'eux. Le grès de Taviglianaz et le schiste sont évidemment la continuation des roches du Bodmi ; au-dessous d'eux, on voit, près du Rothbuhl, une masse de gypse tout à fait isolée et dont on ne peut saisir les relations stratigraphiques avec d'autres couches ; elle appartient, peut-être, au même horizon que la cargneule du Bodmi.

Les roches qui surmontent le schiste de Merligen offrent une disposition très-particulière dont on ne se doutait nullement dans la coupe prise au-dessus du Bodmi, mais qui ressort ici avec toute évidence. Les formations néocomienne, urgonienne, nummulitique, viennent toutes butter presque perpendiculairement contre les schistes. J'ai examiné successivement les divers contacts et partout je suis arrivé au même résultat. La succession des couches est la même qu'à la coupe du Bodmi, il est donc inutile de les énumérer de nouveau. On trouve également, ici à la partie supérieure de la montagne, au dessus des grès nummulitiques, le marbre de Ralligen recouvert en concordance par les schistes de Merligen

dont la nature pétrographique et les débris fossiles sont identiques à ceux de l'Opetengraben. Ces schistes non plus que le marbre de Ralligen ne se voient sur le chemin qui mène de Sigriswyl au Justithal; la formation la plus récente qu'on y rencontre est celle du grès nummulitique en couches presque verticales, renfermant des couches calcaires accompagnées d'une veine de charbon, comme au Niederhorn; on trouve là aussi des fossiles identiques à ceux de la Bergliskehle dont ces couches forment la continuation.

Au-dessous du gypse du Rothbuhl et un peu plus à l'ouest se trouve une bande de calcaire en couches presque verticales; la nature de la roche fait supposer qu'elle doit appartenir au terrain jurassique, mais elle ne contient pas de fossiles et elle n'est en contact avec aucune autre roche qui puisse donner quelque indication sur son âge: M. Studer l'avait rapportée au calcaire de Châtel.

A ce calcaire succède plus à l'ouest, et sans que le contact soit visible, une formation tertiaire, le grès de Ralligen, qui plonge vers le S.-E. en couches très-redressées. Cette roche est formée d'un grès dur, gris-verdâtre, à gros grains, auquel se mêlent des grains de quartz de diverses couleurs, de feldspath rouge et des grains verts; elle passe à un grès plus tendre alternant avec des couches marneuses qui renferment des coquilles et des restes de plantes; on le voit dans l'Eigengraben le long du chemin qui conduit de Merligen à Sigriswyl; son apparence est tout à fait celle de la mollasse. Les couches deviennent peu à peu plus marneuses, passent à des marnes feuilletées auxquelles succède un banc de grès et de conglomérat; cette formation s'appuie presque verticalement contre les couches horizontales de

la nagelfluh (*nag*). Les grès renferment de nombreux restes de plantes qui ont été décrites par M. Heer (Flor. tert. Helv.). Ce savant paléontologiste y a reconnu 32 espèces parmi lesquelles:

Zizyphus Ungeri.
Podocarpus eocenica.
Dryandra Schrankii.
Quercus furcinervis.
Cinnamomum lanceolatum.

Les mollusques qui y ont été recueillis, ont été déterminés par M. C. Mayer, ce sont:

Lutraria sanna? Bast.
Cyrena convexa Brongn.
Cardium helveticum May.
Dreissena Basteroti Desh.
Melanopsis acuminata Sandb.
cf. olivula, Grat. etc.

M. Heer a fait de ces grès une subdivision inférieure de l'aquitanien. Des dépôts de même âge se trouvent en divers points du versant Nord des Alpes suisses. Ils appartiennent au même horizon que les grès du Val d'Illiez qui ont intrigué pendant longtemps les géologues et dans lesquels M. A. Favre (Recherches géol. II, 132; III, 507) a trouvé le *Zizyphus Ungeri* et le *Podocarpus eocenica.* Ralligen est le seul point, comme l'a remarqué depuis longtemps M. Studer, où l'on trouve une discordance entre les couches inférieures de la mollasse et la nagelfluh.

Cette dernière roche, qui se termine au bord du lac par un escarpement considérable se trouve là en couches horizontales; mais cette disposition est tout à fait locale et plus au Nord on la voit plonger au S.-E. sous le grès de Ralligen. Sa structure et les éléments qui la composent, dont un grand nombre paraissent étrangers aux Alpes, ont été décrits par M. Studer et M. Rutimeyer.

*Grès de Taviglianaz.* MM. Ooster et de Fischer-Ooster ont exprimé dernièrement l'opinion que le grès de Tavi-

glianaz des environs de Merligen est une formation d'époque rhétienne.

Les restes organiques trouvés dans cette roche au Stillenbach et à la Dallefluh ont été examinés par M. Ooster Ce savant paléontologiste a reconnu que c'est avec des fossiles de cette époque qu'ils ont le plus de rapport. Cependant il n'a pu donner aucune détermination précise des restes de coquilles et il a dû se contenter de signaler des analogies. Les plantes recueillies dans le grès ne l'ont pas conduit à un résultat beaucoup plus certain. M. Ooster a cru devoir, cependant, rapporter quelques-uns des échantillons à l'*Equisetites Munsteri*, Sternb., de l'étage rhétien. M. Heer est d'un avis différent comme le montrent les lignes suivantes, que j'extrais d'une lettre qu'il a bien voulu m'adresser :

« Les plantes fossiles du grès de Taviglianaz de la Dallefluh sont si brisées qu'on ne peut tirer de leur inspection aucune conclusion positive. On y trouve de petits rameaux d'un conifère qui rappelle le *Sequoia Sternbergi* abondant à Sotzka; cependant cette détermination n'est pas certaine. Les fragments les plus communs et les mieux conservés, sont ceux d'un *Equisetum*. M. Ooster les rapporte à l'*Equisetites Munsteri*, Sternb., et les compare aux figures données par M. Schenk [1]. Je crois pouvoir dire avec certitude que l'*Equisetum* de la Dallefluh ne peut appartenir à cette espèce....... Les échantillons ne sont pas assez bien conservés pour pouvoir en donner une détermination certaine ; on peut, cependant, reconnaître qu'ils n'appartiennent pas à une espèce rhétienne. »

[1] Schenk, Fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens, 1867, pl. II, fig. 3-9, pl. III.

L'intercalation du grès de Taviglianaz entre les couches liasiques ou rhétiennes et néocomiennes ne peut apporter aucun élément nouveau dans la détermination de l'âge de ce grès, puisqu'il est, malgré les apparences contraires, en discordance complète avec les deux formations, ainsi que le montre la coupe de la Dallefluh. La seule roche avec laquelle il soit en concordance de stratification, est le schiste de Merligen qui n'est, dans tous les cas, pas plus ancien que le terrain crétacé supérieur, et l'on ne peut guère supposer l'union aussi intime du terrain rhétien et d'un terrain si récent au milieu de bouleversements qui ont affecté tous les terrains intermédiaires.

De plus cette roche a ici exactement le même caractère que dans un grand nombre de localités des Alpes où elle repose sur le terrain nummulitique et où son âge n'a jamais été contesté; elle a la même apparence de grès moucheté et la même couleur; elle renferme également des cristaux de laumonite. Il n'y a donc pour le moment aucun motif de classer dans une autre formation que le terrain éocène le grès de Taviglianaz des environs de Merligen.

*Schistes de Merligen.* A l'est des Ralligstöcke, dans les derniers contreforts de la chaîne du Beatenberg entre le Suldbach et le Kublisbad, on voit sur le calcaire urgonien une mince couche de grès vert semblable au grès fossilifère du gault qui se trouve sur la rive gauche du lac dans le Morgenberghorn; ce grès est surmonté d'un calcaire peu puissant, identique au calcaire de Seewen et dans lequel M. Bachmann a recueilli l'*Ananchytes ovata;* au-dessus se trouve le grès nummulitique.

Dans les Ralligstöcke le calcaire urgonien et le grès

nummulitique sont au contraire en contact immédiat ; le schiste de Merligen ne se trouve nulle part entre eux ; il forme au milieu de la montagne une bande parallèle à celle du grès de Taviglianaz contre laquelle viennent butter presque perpendiculairement les formations crétacées et éocènes ; il renferme dans l'Opetengraben une couche de marbre de Ralligen et repose au sommet de la montagne sur cette formation dont l'âge éocène ne peut être contesté. Dans la chaîne du Niederhorn une roche semblable contenant aussi un grand nombre de petits organismes alterne avec une roche identique au marbre de Ralligen remplie d'orbitolites ; ces roches reposent sur le grès nummulitique et plongent sous le flysch de la vallée d'Habkern. En déterminant donc par la stratigraphie seule, l'âge de ce terrain et remarquant l'extrême analogie de sa roche avec celle du flysch, je n'aurais pas hésité à le classer dans la formation éocène, si des recherches faites dernièrement par M. Ooster n'avaient amené ce paléontologiste distingué à attribuer ce terrain à la craie et même à un horizon de cette formation inconnu jusqu'à présent dans nos Alpes, le *Plæner*. Après la publication du travail de M. Ooster, je suis retourné visiter ces localités et l'union intime de ces schistes avec les couches supérieures aux grès nummulitiques m'a paru si nette qu'en classant dans la série crétacée les couches en question, la coupe géologique deviendrait complétement inexplicable [1].

[1] Les échantillons qu'on trouve dans ce terrain sont généralement petits et d'une mauvaise conservation ; aussi un grand nombre des déterminations de M. Ooster sont-elles forcément très-dubitatives et n'indiquent même souvent qu'une analogie ; il n'y a parmi ces fos-

*Gypse et cargneule.* Il est très-possible que la cargneule du Bodmi et le gypse du Rothbuhl appartiennent à la formation éocène et non au terrain triasique supérieur dont on regarde en général ces roches comme caractéristiques. Ce ne serait pas la première fois qu'on les signalerait en Suisse dans le terrain éocène. J'ai indiqué, il y a plusieurs années (*Archives*, 1865, tome XXII), un gisement considérable de gypse aux environs d'Yberg (canton de Schwytz) où il est compris entre le terrain nummulitique et le flysch. M. Gilliéron (*Archives*, 1872, XLV, 21) a reconnu dans les montagnes du Simmenthal un horizon de cargneule inférieur au flysch. J'ai observé cette roche sur le versant nord du Rocher du Midi dans la vallée de la Sarine, ainsi qu'au Rubly, intercalée entre le flysch et le terrain jurassique supérieur; je l'ai observée dans la même position aux bains de Wyssenburg où M. Brunner l'a déjà signalée. Il est évident que cette cargneule n'est pas triasique, mais qu'étant comprise, dans des localités très-diverses, entre les deux formations que je viens d'indiquer, elle doit appartenir à l'une d'entre elles.

J'ai trouvé en plusieurs points des Alpes vaudoises, au sud de Gessenay, dans la vallée de l'Étivaz et sur le versant occidental de la chaîne des Gastlosen, soit de la cargneule soit du gypse intercalés au milieu du flysch, sans qu'il soit possible d'expliquer leur présence par des failles ou des contournements. On peut donc regarder comme certaine *la présence dans les Alpes suisses de couches de*

siles, qui proviennent, soit de l'Opetengraben, soit de blocs tombés du sommet des Ralligstöcke, ni ammonites ni bélemnites; j'y ai trouvé quelques orbitolites.

*cargneule et de gypse dans le terrain éocène ;* ces roches se trouvent à la base du flysch ou intercalées dans cette formation : elles y forment des dépôts plus ou moins étendus. Ce fait n'a du reste rien d'extraordinaire. Des gisements de gypse souvent associés avec du sel, ont été signalés depuis longtemps dans le terrain éocène, et particulièrement dans le bassin méditerranéen, en Espagne, dans les Carpathes, l'Asie Mineure, l'Arménie, la Perse, etc. M. Tietze[1] vient d'en signaler un nouvel exemple dans la Croatie ; de sorte que la présence de ces roches dans cette formation peut paraître plutôt une règle qu'une exception.

L'absence de fossiles dans le gypse et la cargneule, l'analogie de ces terrains avec les dépôts triasiques des Alpes occidentales dans lesquels on ne trouve pas de restes organiques, peuvent, dans certains cas où la disposition des couches ne fournit pas de données positives, créer des difficultés pour leur classification. Tel est le cas pour les gisements dont je m'occupe ici. La cargneule du Bodmi est, il est vrai, voisine des couches rhétiques, mais elle en est séparée par les calcaires fossilifères du lias inférieur. Le gypse du Rothbuhl se trouve entre le grès de Taviglianaz d'un côté et le calcaire jurassique de l'autre, sans que les contacts de ces diverses roches soient visibles. Je ferai remarquer cependant qu'en classant ces roches dans le terrain éocène cela simplifierait l'explication de la coupe des Ralligstöcke.

On sait quelle est la complication des dispositions stratigraphiques des terrains à la limite des Alpes et de la plaine : la montagne des Voirons, celle du Niremont, le

[1] Jahrb. g. Reichsanst., 1872, t. XXII, 270.

Pilate présentent des contournements extraordinaires ; dans cette dernière montagne, une même formation ne revient pas moins de huit fois sur elle-même [1], formant ainsi quatre boucles successives déjetées et superposées les unes aux autres. Ces bouleversements, résultant d'une pression latérale considérable, sont compliqués, au bord du lac de Thoune, de la fracture qui a eu lieu sur la ligne indiquée par le bassin même du lac, perpendiculairement aux Alpes.

On peut supposer que cette pression latérale si violente a déterminé une voûte inférieure du terrain éocène (comme l'indique la ligne pointée, fig. 2) ou une fracture dans ce terrain, dans laquelle auraient apparu, près de Ralligen, le calcaire jurassique et, au Bodmi, le lias et le terrain rhétien de même que, dans la chaîne du Stockhorn, on voit apparaître au milieu du flysch divers horizons des terrains jurassiques, sans que les formations intermédiaires, très-développées à une petite distance, soient visibles en ce point [2]. Que cela provienne de fractures, de contournements, de glissements ou de la combinaison de ces actions, le fait n'en existe pas moins et peut aussi bien s'être passé au nord qu'au sud du lac de Thoune. Les couches miocènes du grès de Ralligen également soulevées feraient aussi partie de ce système de voûtes

[1] Kaufmann, Der Pilatus, pl. I, fig. 6.

[2] Des faits analogues sont fréquents dans les Alpes et dans le Jura; ils peuvent s'expliquer par la combinaison de voûtes avec des glissements qui font disparaître une partie des formations et laissent à la surface du sol en stratification en apparence concordante des terrains d'âge très-différent (fig. 4). M. Desor cite un exemple de ce fait dans le tunnel des Loges et dans le terrain crétacé du Val-de-Travers (*Archives*, 1872, t. XLV, 24).

et de failles. La partie supérieure des Ralligstöcke composée de terrains crétacés et éocènes, soumise à la même pression qui a formé les contournements gigantesques du Pilate, aurait été rejetée, comme dans cette montagne, sur les formations précédentes; mais au lieu de former des plis réguliers, ces terrains se seraient brisés et les têtes de couches venant butter contre les schistes de Merligen auraient produit cette singulière structure dont je ne connais pas d'autre exemple.

M. Studer (*Archives*, 1862, XV) a proposé, il y a plusieurs années déjà, deux explications de la structure des Ralligstöcke. L'une est analogue à celle que je viens de donner. On peut considérer, dit-il, la partie inférieure de la montagne comme formant « un système de couches en C dont le pli serait tourné au nord » et dans le centre duquel se verrait le calcaire oxfordien. Cette chaîne présenterait ainsi une structure analogue à celle du Gurnigel. D'après l'autre théorie, les Ralligstöcke seraient la continuation de la chaîne de la Dent-du-Midi et des Diablerets qui, par suite de la disparition, au nord du lac de Thoune, de toutes les formations qui s'étendent au sud de ce lac entre cette chaîne et la plaine suisse, se trouverait en contact immédiat avec le terrain de la mollasse. Cette dernière hypothèse toutefois ne rendrait pas compte de la présence des calcaires jurassique, liasique rhétien entre cette chaîne et la plaine.

Il me semble plus naturel de chercher la vérité à la fois dans les deux explications et de supposer que les formations qui constituent la chaîne des Diablerets et qui présentent des faciès inconnus aux chaînes voisines de la plaine au sud du lac de Thoune (calcaire à spatangues, ur-

gonien, terrain nummulitique, grès de Taviglianaz), ont été soumises, en arrivant à la limite des Alpes et de la plaine au nord de ce lac, au même système de contournements qui a été observé dans le Gurnigel, le Niremont, etc.

Les recherches dans ces montagnes étant singulièrement gênées par la végétation et par les éboulements qui ont enlevé aux regards une grande partie des formations, c'est avec la plus grande réserve que je propose cette explication.

---

# SUR LA ROTATION

SOUS

# L'INFLUENCE MAGNÉTIQUE DE LA DÉCHARGE ÉLECTRIQUE

## DANS LES GAZ RARÉFIÉS

ET SUR

## L'ACTION MÉCANIQUE QUE PEUT EXERCER CETTE DÉCHARGE DANS SON MOUVEMENT DE ROTATION

PAR

**MM. AUGUSTE DE LA RIVE & ÉDOUARD SARASIN**

Communiqué à la Société de physique et d'Histoire naturelle de Genève
dans sa séance du 18 avril 1872.

---

Dans un travail antérieur[1], nous avons repris et complété les recherches de l'un de nous (M. A. de la Rive), sur l'influence que le magnétisme excerce sur la décharge électrique dans les gaz raréfiés.

Nous avons étudié dans ce premier travail l'influence du magnétisme sur la densité du gaz raréfié traversé par la décharge, l'action du magnétisme sur la conductibilité de ce gaz, soit quand la décharge a lieu perpendiculairement à l'axe de l'aimant, soit quand elle a lieu suivant cet axe, enfin, l'action du magnétisme sur le jet électrique dans le cas où ce jet éprouve un mouvement de rotation autour du pôle de l'électro-aimant. Le but des recherches que nous avons entreprises récemment est l'étude plus approfondie de ce dernier cas, savoir celle des circon-

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, nouvelle période, 1871, tome XLI, p. 5.

[2] *Archives*, nouvelle période, 1866, tome XXVII, p. 289.

stances qui influent sur la rotation du jet, et l'action que cette rotation peut exercer sur l'intensité même de la décharge quand elle traverse le gaz raréfié.

La rotation de la décharge électrique sous l'action de l'aimant a été observée pour la première fois en 1848, par M. de la Rive[1], qui opérait alors avec la décharge de la machine d'Armstrong, et qui donna cette expérience comme une preuve à l'appui de sa théorie électrique de l'aurore boréale. Il reprit ce sujet dans les recherches que nous avons rappelées plus haut, et reconnut les différentes formes qu'affecte le phénomène suivant qu'il s'accomplit dans un gaz sec, ou dans un gaz saturé de vapeur d'eau, d'alcool ou d'éther. Le sujet, malgré cela, n'était guère qu'ébauché comme il le dit lui-même à la fin de son mémoire. C'est pour cela que nous avons désiré en faire l'objet d'une étude spéciale.

Nous avons cherché à déterminer comment la vitesse de rotation varie dans un même gaz avec la pression, et quel rôle la nature particulière du gaz joue dans la production de ce phénomène; nous avons cherché ensuite si la masse gazeuse participe au mouvement rotatoire du jet qui la traverse; nous avons reconnu et étudié la propriété que possède ce jet, de pouvoir dans ce mouvement de rotation communiquer aux corps qu'il rencontre sur son trajet, aussi bien qu'aux molécules même par lesquelles il se propage, une impulsion très-sensible; enfin, nous avons fait un très-grand nombre d'expériences sur la diminution d'intensité que subit le courant par suite de ce mouvement de rotation et de l'impulsion mécanique qu'il exerce. Tel a été le plan général de notre travail; nous allons passer maintenant au détail des expériences.

[1] *Archives*, 1849, tome XII, p. 222.

### I. *Influence qu'exercent sur la vitesse de rotation du jet, le degré de raréfaction du gaz et sa nature.*

Pour étudier comment la vitesse de rotation du jet varie dans un même gaz avec son degré de raréfaction, toutes circonstances absolument égales d'ailleurs, nous avons employés deux bocaux cylindriques en verre parfaitement semblables, fermés à leurs extrémités par des plaques de laiton bien mastiquées et joignant hermétiquement. A ces plaques étaient fixées des électrodes dont l'une consistait en un anneau de laiton parallèle à la base du cylindre ayant 10 centimèt. de diamètre et porté par deux tiges de laiton isolées, l'autre en une tige de laiton également isolée se terminant par une boule concentrique à l'anneau; la plaque de laiton inférieure était placée de manière à reposer sur une des extrémités du noyau en fer doux de l'électro-aimant dont elle n'était séparée que par une plaque mince, isolante, en verre ou en caoutchouc; l'autre plaque était munie d'un robinet à raccord auquel s'adaptait un tube de plomb qui reliait les deux bocaux entre eux et les faisait communiquer avec la pompe pneumatique et le manomètre. Ces deux bocaux étaient placés chacun sur l'un des pôles du gros électro-aimant, dont nous avons fait usage dans notre précédent travail et qui pour les recherches qui nous occupent ici était disposé en fer à cheval. Cet électro-aimant était mis en activité à l'aide d'une pile composée de 30 ou 40 couples de Bunsen.

Il ne suffisait pas de rendre l'action magnétique égale sur les deux bocaux; il fallait en outre que les décharges qui se produisaient dans l'un et l'autre bocal fussent toujours de même intensité: pour réaliser cette condition,

nous faisions passer le même courant successivement à travers les deux vases. Le manomètre et la pompe pneumatique étaient les mêmes que ceux qui nous avaient déjà servi dans nos recherches antérieures.

L'expérience étant disposée comme nous venons de le voir, nous commencions par remplir les deux bocaux d'un même gaz à la même pression, $20^{mm}$ par exemple ; nous faisions passer le courant, et nous aimantions. Le magnétisme n'étant pas absolument égal aux deux pôles de l'aimant, la vitesse de rotation n'était pas tout d'abord la même dans les deux bocaux ; mais nous arrivions à l'égaliser parfaitement en interposant entre l'aimant et le bocal, dans lequel la rotation était trop rapide, une, deux ou plusieurs plaques de verre minces qui, en éloignant le jet du pôle magnétique, diminuaient leur action réciproque et ramenaient cette vitesse à être la même que dans l'autre bocal.

Les deux vases étant désormais dans des conditions absolument identiques, nous maintenions dans l'un des deux la pression constante, tandis que nous faisions varier le degré de raréfaction dans l'autre, et nous comparions les nombres de tours décrits dans 30 secondes sous l'influence du magnétisme, par l'un et l'autre jet. L'accroissement de pression dans l'un des bocaux augmentant la résistance totale du circuit, la vitesse de rotation en était un peu diminuée dans le vase à pression constante, mais elle diminuait beaucoup plus rapidement encore dans l'autre. Voici, du reste, quelques-uns des résultats que nous avons obtenus. Pour plus de clarté, nous désignerons les deux bocaux par A et B, la pression par $p$, et le nombre de tours exécutés toujours dans 30 secondes par $n$.

*Air sec dans les deux bocaux :*

| | A | | B | |
|---|---|---|---|---|
| | *p* | *n* | *p* | *n* |
| 1re expér. | 13mm | 105 | 13mm | 105 |
| | » | 102 | 26mm | 63 |
| | » | 96 | 39mm | 54 |
| 2me expér. | 24mm | 48 | 24mm | 48 |
| | » | 51 | 19mm | 60 |
| | » | 54 | 12mm | 72 |
| 3me expér. | 18mm | 72 | 18mm | 72 |
| | » | 63 | 36mm | 36 |

*Acide carbonique sec dans les deux bocaux :*

| | A | | B | |
|---|---|---|---|---|
| | *p* | *n* | *p* | *n* |
| 1re expér. | 30mm | 30 | 15mm | 50 |
| 2me expér. | 30mm | 36 | 15mm | 63 |

Avec l'hydrogène l'expérience présente une grande incertitude, parce que la rotation est trop peu continue et trop rapide : nous sommes cependant arrivés à obtenir quelques mesures approximatives, s'accordant entièrement avec les résultats indiqués ci-dessus.

Il résulte de ces expériences *que la vitesse de rotation du jet varie avec le degré de raréfaction du gaz, mais qu'elle diminue suivant un rapport moindre que celui dans lequel la pression augmente.*

Le même appareil nous a servi à étudier l'influence que la nature spéciale du gaz exerce sur la vitesse du mouvement de rotation du jet qui le traverse. Pour cela les deux bocaux étaient d'abord remplis d'air atmosphérique à la même pression, de façon à ce qu'on pût vérifier de nouveau que l'action magnétique était exactement la même sur chacun d'eux. Puis, fermant l'un des deux bocaux et

le laissant plein d'air qu'on avait amené d'abord au degré de raréfaction auquel on voulait opérer, on introduisait un autre gaz, de l'acide carbonique, par exemple, dans le second bocal. Après avoir plusieurs fois de suite enlevé puis réintroduit le gaz et quand on le considérait comme suffisamment pur, on l'amenait exactement à la même pression qu'avait l'air dans l'autre bocal; ensuite, pour obtenir un équilibre parfait entre les gaz des deux bocaux, on les faisait communiquer ensemble un petit instant, après quoi on les fermait, puis on faisait passer le même courant successivement dans les deux, on aimantait et on comptait le nombre de tours décrits dans le même temps par le jet, dans chacun des deux gaz différents.

Voici ce que nous avons obtenu dans deux expériences différentes faites avec l'air et l'acide carbonique :

| $p$ | $n$ | |
|---|---|---|
| | Air. | Acide carb. |
| 28mm | 58 | 46 |
| 20mm | 80 | 66 |
| 15mm | 100 | 74 |
| 20mm | 40 | 30 |

Nous avons fait encore cette expérience sous une autre forme, qui consistait à faire varier le degré de raréfaction de l'un des gaz en maintenant la pression constante dans l'autre bocal jusqu'à ce qu'on obtînt la même vitesse de rotation dans les deux gaz différents. Nous avons trouvé, par exemple, que le jet faisait 60 tours en 30 secondes, dans l'un comme dans l'autre gaz, lorsque l'air était à 28mm et l'acide carbonique à 15mm. Dans une autre expérience, nous avons observé que la vitesse de la rotation était presque la même dans les deux bocaux, soit 61 tours

en 30 secondes dans l'un, et 57 dans l'autre, lorsque l'air était à 33^mm^,50 de pression et l'acide carbonique à 20^mm^. Le rapport des deux pressions est 1,9 dans le premier cas, et 1,65 dans le second, il est donc plus considérable que celui des densités de ces gaz.

Nous avons également soumis à l'expérience quelques autres gaz ou vapeurs tels que le protoxyde d'azote, le gaz oléfiant, la vapeur d'éther, etc. Les résultats qu'ont donnés ces corps se sont trouvés généralement d'accord avec ceux qu'on avait obtenus avec l'acide carbonique, mais la rapide décomposition de ces gaz sous l'action de la décharge rendait l'expérience difficile et souvent incertaine. La comparaison entre l'air sec et l'air saturé de différentes vapeurs a confirmé les observations antérieures de M. de la Rive. Quant à l'hydrogène, le jet y tourne trop rapidement et irrégulièrement pour qu'on puisse faire l'expérience d'une manière satisfaisante.

Il résulte d'une manière générale de ces expériences que *la vitesse de rotation du jet électrique varie d'un gaz à l'autre dans un rapport inverse à peu près de celui des densités.*

II. *Impulsion mécanique communiquée par le jet dans son mouvement de rotation à la masse gazeuse, dans laquelle il se déplace, et à tout corps qu'il rencontre sur son passage.*

Ayant constaté dans les expériences précédentes la résistance que le jet éprouve dans son mouvement de rotation par l'effet de la densité de la masse gazeuse au milieu de laquelle il se déplace, nous étions naturellement amenés à rechercher si cette rotation est accompagnée d'un mouvement des particules gazeuses, et s'il serait pos-

sible de rendre manifeste d'une manière ou d'une autre une impulsion qui serait imprimée par le jet tournant au gaz lui-même, ou à tel autre corps suffisamment léger placé sur son trajet.

Pour mettre en évidence cette impulsion que nous supposions devoir exister de la part du jet, nous fîmes une première expérience préliminaire qui consista à disposer un petit pendule très-léger dans l'intérieur d'une grande cloche de verre munie d'un système d'électrodes semblables à celui que nous avons décrit plus haut [1] et fermée par une platine qu'on plaçait sur l'un des pôles de l'électro-aimant. Ce pendule, composé d'un petit morceau de papier gommé porté par un fil de cocon, fut disposé de façon que le jet dans son mouvement de rotatiou dût venir frapper la petite palette de papier en lui imprimant, pensions-nous, une très-faible impulsion. C'est ce qui eut lieu en effet, et même le mouvement communiqué au pendule fut beaucoup plus marqué que nous ne nous y étions attendus. Chaque fois que dans son mouvement de rotation le jet arrivait contre le morceau de papier il s'arrêtait momentanément, paraissait pousser l'obstacle, puis le franchissait et continuait sa course jusqu'à ce qu'il vînt le frapper de nouveau. Chaque fois le pendule recevait une impulsion très-marquée qui le faisait osciller de plusieurs degrés. L'expérience fut faite dans de l'air à $15^{mm}$ ou $20^{mm}$ de pression. Sous cette forme elle n'est pas susceptible de donner des mesures comparatives; le mouvement du pendule ne dépasse pas, en effet, certaines limites, et il est même tout à fait irrégulier, les chocs

[1] L'électrode annulaire employée dans cette grande cloche était un peu plus grande que celles qui se trouvaient dans les deux bocaux décrits ci-dessus et avait 15 centimètres de diamètre.

imprimés par le jet ne concordant pas toujours avec les oscillations.

Une fois l'impulsion imprimée par le jet, dûment constatée, il fallait pour l'étudier dans différentes circonstances un appareil sur lequel elle s'exerçât d'une manière continue et qui fût susceptible de prendre sous cette impulsion un mouvement de rotation régulier, de même sens que celui du jet et plus ou moins rapide suivant l'intensité de l'action mécanique exercée.

Nous avons employé, à cet effet, un petit tourniquet consistant en une aiguille en ivoire, reposant par une chappe en agate sur une pointe d'acier fixée sur un pivot également en ivoire; cette aiguille portait à chacune de ses extrémités une palette verticale formée d'un petit disque de verre très-mince. L'aiguille était placée dans l'intérieur de l'anneau de laiton, dans le plan de cet anneau ou plutôt un peu au-dessus; son centre était immédiatement au-dessous de la boule un peu relevée à cet effet, de telle sorte que le jet décrivait dans cette expérience non plus un cercle horizontal, mais un cône très-aplati, de manière à venir frapper le milieu à peu près de chacun des disques de verre.

Au premier choc que lui imprimait le jet, ce petit appareil se mettait à tourner, et les impulsions s'ajoutant les unes aux autres, son mouvement devenait de plus en plus rapide, jusqu'à ce que la résistance qu'il éprouvait de la part du gaz raréfié ambiant et le frottement de la chappe sur le pivot fissent équilibre à la force accélératrice provenant de l'action du jet.

La vitesse de rotation imprimée de la sorte au tourniquet, varie notablement avec la pression du gaz, avec sa nature, et, cela va sans dire, avec l'intensité du courant: c'est ce que montrent les tableaux qui suivent:

*Air atmosphérique.*

| Pression. | Nombre de tours du tourniquet dans 30 secondes. |
|---|---|
| $10^{mm}$ | 11 |
| $8^{mm}$ | 16 |
| $5^{mm}$ | 25 |
| $4^{mm}$ | 30 |

*Hydrogène.*

| | | |
|---|---|---|
| 1^re^ expér. | $38^{mm}$ | 32 |
| | $18^{mm}$ | 46 |
| | $1^{mm}$ | 54 |
| 2^me^ expér. | $11{,}60^{mm}$ | 13 |
| | $2{,}50^{mm}$ | 24 |

*Acide carbonique.*

| | |
|---|---|
| $43^{mm}$ | 14 |
| $10^{mm}$ | 42 |

Il est inutile de citer un plus grand nombre d'expériences : elles ont toutes donné le même résultat. A des pressions élevées, 50 à $60^{mm}$ par exemple, le jet passant d'une manière tout à fait discontinue et ne tournant que fort irrégulièrement n'était pas capable d'imprimer une impulsion au tourniquet; c'est vers 40 ou $45^{mm}$ que s'établissait un mouvement de rotation régulier pour l'un comme pour l'autre ; mais ce mouvement était d'abord fort lent. Le jet frappait la palette à chaque passage, était arrêté un petit instant, et s'infléchissait légèrement autour d'elle en la poussant, puis franchissait l'obstacle et allait frapper la seconde palette qu'il poussait à son tour et ainsi de suite. Plus la pression du gaz était faible plus la vitesse du tourniquet était grande, ce qui tient, soit à ce que le jet lui-même tournait plus vite, soit à ce que la résistance que les palettes éprouvaient de la part du milieu gazeux raréfié était plus faible, soit enfin à ce

que le courant était plus fort. Lorsque le magnétisme était faible, le jet se mouvait beaucoup plus lentement ne dépassant que rarement la palette contre laquelle il était venu s'appliquer et la poussant lentement devant lui sans l'abandonner. Le tourniquet atteignait sa vitesse maximum aux très-basses pressions; à $1^{mm}$ et même au-dessous, le jet tournant revêtait l'apparence d'une nappe lumineuse continue et immobile dans laquelle le tourniquet se mouvait avec une grande rapidité. Celui-ci tourne plus vite dans l'hydrogène que dans l'air, plus vite dans l'air que dans l'acide carbonique.

La manière la plus brillante de faire l'expérience consiste à placer le tourniquet dans de l'hydrogène raréfié à $1^{mm}$ ou au-dessous, avec un courant induit suffisamment fort et un électro-aimant suffisamment puissant; on voit alors une nappe gazeuse incandescente d'une densité très-faible, rendue infiniment plus faible encore par la raréfaction et la haute température, imprimer un mouvement très-rapide, pouvant aller jusqu'à 100 et 110 tours par minute, à un corps qui présente par rapport à elle une masse considérable.

III. *Diminution d'intensité qu'éprouve le courant lorsque le jet tourne et communique son impulsion aux corps voisins.*

Il était fort probable qu'une perturbation telle que celle que le tourniquet apportait dans la marche du jet, n'était pas sans exercer une assez grande influence sur l'intensité du courant qui la produisait. Soit dépense de force mécanique pour l'impulsion du tourniquet par le jet, soit refroidissement du jet par son contact avec les couches gazeuses qu'il rencontrait sur son passage, soit

quelque autre cause difficile à déterminer encore, il était probable que dans l'expérience que nous venons de décrire le courant devait éprouver un affaiblissement au moment où l'électro-aimant venait à agir sur lui et le forçait à tourner en entraînant le tourniquet dans son mouvement.

Pour le constater, nous introduisîmes dans le circuit induit l'appareil à dérivation dont il a été question déjà dans notre précédent travail. Le petit courant dérivé ainsi obtenu et qui était sensiblement proportionnel au courant principal, traversait un galvanomètre très-délicat placé suffisamment loin de l'électro-aimant pour être en dehors de son influence.

L'expérience montra en effet que le courant était très-notablement affaibli pendant tout le temps où le magnétisme agissait et où le jet tournait sous son influence en faisant marcher le tourniquet.

Nous avons fait, pour vérifier ce fait important, un très-grand nombre d'expériences; voici quelques-uns des résultats obtenus que nous prenons au hasard dans nos notes :

*Air atmosphérique.*

| Nombre des couples à l'électro-aimant. | Pression. | Nombre de tours du tourniquet dans 30 secondes. | Variation du galvanomètre |
|---|---|---|---|
| 40 | 9$^{mm}$ | | 42°—32° = 10° |
| » | 8$^{mm}$ | | 45°—34° = 11° |
| 40 | 14$^{mm}$ | 18 | 32°—21° = 11° |
| 20 | » | | 32°—22°$\frac{1}{2}$ = 9°$\frac{1}{2}$ |
| 10 | » | jet adhérant au tourniquet. | 32°—24° = 8° |
| 40 | 13$^{mm}$ | 19 | 38°—27° = 11° |
| » | 10$^{mm}$ | 22 | 47°—29° = 18° |
| » | 5$^{mm}$ | 24 | 32°—27° = 5° |
| 40 | 9$^{mm}$ | 12 | 35°—20° = 15° |
| » | 16$^{mm}$ | | 30°—19° = 11° |

*Air atmosphérique.*

| Nombre des couples à l'électro-aimant. | Pression. | Nombre de tours du tourniquet dans 30 secondes. | Variations du galvanomètre. |
|---|---|---|---|
| 30 | 18mm | 36 | 32°—18°½=13°½ |
| 15 | » | 29 | 32°—23° = 9° |
| 10 | » | 24 | 30°—24° = 6° |
| 5 | » | 16 | 32°—29° = 3° |

*Acide carbonique.*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 40 | 43mm | 14 | 33°—30° = 3° |
| » | 10mm | 42 | 30°—13° =17° |

La même expérience avec l'hydrogène donna un résultat analogue, seulement beaucoup moins prononcé : avec ce gaz la diminution d'intensité n'était guère indiquée au galvanomètre que par 3° ou 4°, parfois 5°.

C'est aux pressions moyennes vers 10mm que l'effet est le plus marqué : à ces pressions la vitesse du tourniquet est déjà très-grande et le gaz oppose encore une certaine résistance. Cette diminution d'intensité que le jet éprouvait par suite de la présence sur son passage du tourniquet mobile avec lui, il devait l'éprouver aussi, quoiqu'à un moindre degré, de la part du milieu gazeux dans lequel il se déplace et qui participe aussi à son mouvement. Dans nos précédentes recherches nous étions arrivés, il est vrai, à admettre que le magnétisme n'augmente pas la résistance que le gaz oppose au passage de la décharge, dans le cas du moins où celle-ci peut tourner librement dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'aimant. Mais si nous n'avons pu constater alors aucun effet de ce genre, c'est que nous n'avions pas opéré avec un électro-aimant suffisamment fort et avec un jet assez intense, et que nous employions un bocal plus petit dans lequel la décharge était beaucoup plus courte. Ayant réussi en dernier

lieu à constater un affaiblissement marqué du courant même dans le cas où il n'y a pas de tourniquet, nous sommes obligés de retirer sur ce point le résultat négatif que nous avions donné à la fin de notre précédent mémoire.

Voici en effet ce que nous avons obtenu dans une longue série d'expériences sur ce sujet parmi lesquelles nous n'en citerons qu'un petit nombre, toutes ayant donné le même résultat.

*Air atmosphérique.*

| Pression. | Nombre de tours du jet en 30 secondes. | Galvanomètre. |
|---|---|---|
| $8^{mm}$ | 87 | $41°$ [1] $-37° = 4°$ |
| $19^{mm}$ | 45 | $43° - 39° = 4°$ |

La diminution d'intensité étant la même dans ces deux expériences, l'augmentation de la vitesse du jet qui était à peu près double compensait la diminution de la masse du gaz qui était environ deux fois et demie moindre.

Voici encore d'autres résultats analogues desquels il suit également que la diminution d'intensité produite varie peu avec le degré de raréfaction, celui-ci étant compensé par la plus ou moins grande vitesse du jet.

*Air atmosphérique.*

| Pression. | Nombre de tours du jet en 30 secondes. | Galvanomètre. |
|---|---|---|
| $10^{mm}$ | 84 | $37° - 32° = 5°$ |
| $15^{mm}$ | 60 | $28° - 23° = 5°$ |
| $20^{mm}$ | 46 | $22° - 17° = 5°$ |

[1] Il ne faut pas s'arrêter aux valeurs absolues des indications du galvanomètre, mais seulement à la diminution que subit sa déviation; les sondes de l'appareil ont dû en effet être fréquemment déplacées dans le cours de ces recherches, pour ramener toujours au début de chaque expérience la déviation galvanométrique à une valeur moyenne voisine de 30° ou 40°.

Cet affaiblissement du courant fut beaucoup plus marqué quand au lieu d'opérer avec la grande cloche nous fîmes l'expérience avec les deux bocaux[1]; l'effet fut de la sorte doublé et de plus, le rayon de l'anneau étant plus petit, on put obtenir pour le jet une vitesse plus grande tout en opérant à une pression plus élevée.

*Air atmosphérique.*

| | Pression. | Nombre de tours du jet en 30 secondes. | Galvanomètre. | |
|---|---|---|---|---|
| 1re exp. | 21mm | 108 | 34°—20° = 14° | pôle négatif[2] à la boule. |
| | » | » | 30°—17° = 13° | |
| | » | » | 26°—13° = 13° | |
| 2me exp. | 8mm,50 | — | 39°—32° = 7° | |
| 3me exp. | » | — | 29°—19° = 10° | pôle négatif à l'anneau. |
| | | — | 31°—22° = 9° | |

Avec l'hydrogène la diminution d'intensité produite par la rotation du jet dans le gaz sans tourniquet est insensible. Il faut remarquer que dans ce cas le jet disparaît et se répartit en un nombre infini de filets dans toute la masse du gaz comme le ferait dans les mêmes circonstances un courant électrique ordinaire dans un liquide conducteur, de sorte que la nappe gazeuse tourne tout entière sous l'action du magnétisme.

Avec l'air et l'acide carbonique en revanche, l'affaiblissement du courant est très-grand, même sans tourniquet. Toutes circonstances égales d'ailleurs, cette diminution du courant est toujours notablement plus forte lorsque le tourniquet est introduit et mis en mouvement par le jet, c'est ce que montre le tableau suivant :

[1] Ces deux bocaux, les mêmes qui nous ont déjà servi, étaient placés l'un à la suite de l'autre dans le circuit, chacun sur l'un des pôles de l'électro-aimant.

[2] Quand le contraire n'est pas dit, le pôle négatif est toujours à la boule.

*Air atmosphérique.*

| Pression. | Galvanomètre avec tourniquet. | Galvanomètre sans tourniquet. |
| --- | --- | --- |
| 18mm | 29°—18°=11° | 28°—21°=7° |
| 9mm | 30°—22°= 8° | 30°—26°=4° |
| 9mm | 30°—18°=12° | 30°—25°=5° |
| 8mm 1/2 | 30°—12°=18° | 30°—21°=9° |

La diminution d'intensité que nous venons de constater dans le courant induit lorsque le jet tourne en poussant devant lui le tourniquet et même, quoiqu'à un moindre degré, quand le jet tourne simplement dans le gaz sans entraîner d'autre corps dans son mouvement, peut tenir à des causes très-complexes. Elle peut provenir en particulier du refroidissement que subit le jet dans son déplacement, en venant en contact à chaque instant avec de nouvelles couches gazeuses encore froides ou avec les palettes également froides du tourniquet. Elle peut résulter ensuite de la dépense de force mécanique que le courant est obligé de faire pour entraîner avec lui le gaz et le tourniquet dans un cas, le gaz seul dans l'autre cas. Elle peut tenir enfin à la production d'un courant induit en sens opposé, qui lui même ne serait que la forme sous laquelle se traduirait physiquement la diminution d'intensité résultant du travail mécanique exécuté par le courant.

Nous avons fait un grand nombre d'expériences pour tâcher d'éclaircir cette question, mais nous ne sommes pas arrivés à vaincre toutes les difficultés inhérentes à ce sujet.

Nous avons d'abord placé la cloche à électrode annulaire dans laquelle se produisait le jet, sur une platine mobile, adaptée à un appareil de rotation avec lequel on

pouvait la faire tourner très-rapidement. Nous avons constaté de la sorte que l'intensité du courant ne variait point quand la cloche ne renfermant que le gaz raréfié et sans tourniquet tournait très-vite, entraînant dans son mouvement giratoire le gaz et le jet, tout en mélangeant entre elles les couches gazeuses dans lesquelles le jet arrivait successivement. Nous n'avons point non plus observé d'effet au galvanomètre en donnant préalablement à l'aide de notre appareil de rotation un mouvement rapide au tourniquet, puis faisant passer le courant qui, cette fois, au lieu d'imprimer une impulsion au tourniquet comme dans l'expérience ordinaire, était au contraire poussé par lui et subissait l'action refroidissante des couches gazeuses qu'il traversait, aussi bien que lorsqu'il tourne sous l'influence du magnétisme. Cette expérience semble indiquer que le refroidissement que subit le jet dans son mouvement de rotation n'est pas la cause principale de l'affaiblissement du courant [1].

Nous avons cherché, en outre, à étudier la marche de ce refroidissement du jet lequel est rendu évident par le réchauffement correspondant qui se produit dans la masse

[1] Elle nous a de plus démontré d'une manière évidente ce que nous avions déjà reconnu, c'est que la division du jet telle que M. de la Rive l'avait obtenue avec les vapeurs d'eau, d'éther et d'alcool résulte d'une illusion d'optique. On peut, en effet, produire cette même apparence, indépendamment de toute action magnétique, en faisant tourner suffisamment vite la cloche dans laquelle passe le jet ; les différentes décharges ne se produisent pas à la même place, parce que dans l'intervalle de deux d'entre elles, la couche gazeuse qui a été traversée par la dernière étincelle et par laquelle la suivante passera de préférence à cause de sa température plus élevée et de sa plus grande conductibilité, s'est déplacée avec tout le reste de la masse gazeuse. Ce sont ces décharges successives, quoique très-rapprochées, qui produisent cette apparence de roue, par suite de la persistance des impressions sur la rétine.

gazeuse. Ce réchauffement se manifeste par une baisse subite du manomètre à l'instant où le jet commence à tourner. Or, nous avons reconnu que cette augmentation de pression suit une toute autre loi [1] que la diminution d'intensité du courant; la première ne suffit donc pas à expliquer la seconde.

Des expériences faites ensuite pour déterminer dans quelle mesure le contact du jet avec les palettes de verre pouvait influer sur cet affaiblissement du courant nous ont montré que cet effet était tout à fait négligeable. En coupant le jet au moyen d'un petit disque de verre qu'on descendait dans la cloche et qui forçait le jet à se détourner un peu en se collant contre le verre froid, nous n'avons pas observé de diminution sensible au galvanomètre.

Une dernière série d'expériences a eu pour but de rechercher de quelle manière se comporte cette diminution d'intensité du courant, lorsqu'on fait varier à la fois, et en sens inverse, son intensité absolue et la force de l'électro-aimant, de manière à maintenir constante l'intensité de leur action réciproque et à avoir ainsi une vitesse de rotation également constante. Nous affaiblissions le courant à volonté en introduisant dans le circuit inducteur de la bobine de Ruhmkorff un fil d'argentane assez résistant d'une longueur plus ou moins grande [2], et en même temps nous renforcions l'électro-aimant en augmentant

[1] L'augmentation de pression, qui est très-marquée vers $30^{mm}$ où elle atteint jusqu'à $0^{mm},60$, est insensible aux pressions plus basses ($10^{mm}$) et cependant l'affaiblissement du courant est alors indiqué encore par $4^{\circ}$ à $5^{\circ}$ de diminution dans la déviation du galvanomètre.

[2] Nous avons déjà employé ce procédé dans notre précédent travail pour ramener toujours à la même intensité le courant sur lequel nous opérions.

le nombre des couples de la pile excitatrice. Pour un nombre donné de couples, nous réglions exactement le fil d'argentane de façon à avoir, dans tout le cours d'une même série d'expériences, une vitesse constante du jet; nous comparions alors l'affaiblissement du courant provenant du fait de la rotation, lorsque le courant était faible et l'aimant fort, avec ce qu'elle était dans le cas d'un courant fort et d'un aimant faible.

| Nombre des couples à l'électro-aimant. | Longueur du fil d'argentane. | Galvanomètre sans aimant. | Galvanomètre avec aimant. | Différence. | Nombre de tours du tourniquet en 30 secondes. |
|---|---|---|---|---|---|
| 36 | 62mm | 55° | 28° | 27° | 40 |
| 24 | 43mm | 45° | 25° | 20° | 39 |
| 18 | 18mm | 43° | 28° | 15° | 39 |
| 12 | 0 | 38° | 30° | 8° | 35 |

Ainsi donc l'affaiblissement du courant induit est plus grand, lorsque ce courant a une moindre intensité. Cela peut s'expliquer en admettant que le courant est diminué d'une quantité qui est constante, pour une même vitesse de rotation, et qui par conséquent est d'autant plus grande par rapport au courant lui-même que ce courant est plus faible.

En admettant cette interprétation, on voit que la dernière expérience tend aussi à démontrer que le refroidissement n'est pas l'unique ni même la principale cause de l'affaiblissement du courant lors de la rotation. Le jet en tournant doit, en effet, perdre une quantité de chaleur proportionnelle à peu près à la quantité de chaleur totale qu'il développe dans le gaz ; or dans l'expérience ci-dessus, si le refroidissement était la seule cause agissante, cette perte devrait se traduire au galvanomètre par un effet sensiblement constant pour une même vitesse de rotation, soit que le courant fût fort et l'aimant faible, soit que le cou-

rant fût faible et l'aimant fort. Or, le résultat a été tout autre, et l'effet, nous venons de le voir, a été beaucoup plus marqué dans le cas du courant faible que dans le cas opposé. Reste donc pour expliquer la diminution d'intensité que le courant éprouve lors de la rotation du jet, la dépense de force mécanique qu'il est obligé de faire pour entraîner le gaz et le tourniquet; et cet affaiblissement lui-même, quelle qu'en soit la cause, se traduit probablement physiquement par la production d'un courant induit de sens opposé.

Les expériences que nous venons de rapporter ne donnent point encore une solution complète du difficile problème qui s'est posé à nous dans le cours de ces recherches; nous nous sommes bornés à citer les faits sans prétendre en donner l'explication rationnelle et sans vouloir en déduire des considérations théoriques qui ne pourraient être que très-hasardées dans l'état actuel de la question.

## *Conclusions.*

Les principaux résultats de notre travail peuvent se résumer comme suit:

La vitesse avec laquelle la décharge électrique traversant un gaz raréfié, tourne sous l'influence du magnétisme, varie dans un même gaz avec sa pression; elle augmente dans un rapport plus faible que celui dans lequel décroît la force élastique du gaz.

Cette vitesse varie aussi d'un gaz à l'autre, toutes conditions égales d'ailleurs; les vitesses obtenues avec deux gaz différents sont entre elles dans un rapport à peu près inverse de leurs densités.

Le jet entraîne avec lui dans son mouvement giratoire le gaz au milieu duquel il se déplace; il imprime aussi

une impulsion très-marquée à un obstacle mobile qu'il rencontre sur son passage et entraîne également dans son mouvement tout corps suffisamment léger qui se trouve dans la zone circulaire qu'il parcourt et qui est susceptible de tourner comme lui.

Cette rotation du jet sous l'influence du magnétisme avec entraînement de la masse gazeuse ou de tout autre corps, produit un affaiblissement notable du courant. Cette diminution d'intensité, dont la cause n'a point encore été déterminée, peut tenir, soit au refroidissement que subit le jet en tournant, soit à la dépense de force mécanique qu'il fait, soit à une action directe de l'aimant, soit à ces diverses causes réunies.

Enfin, un autre fait que démontrent nos expériences, et que nous tenons à signaler en terminant, c'est l'augmentation de cohésion, qui semble résulter pour un gaz raréfié du fait qu'il transmet la décharge électrique. Cette transmission d'électricité produit-elle une attraction réciproque de molécule à molécule, une véritable cohésion ? C'est ce que semblerait indiquer la consistance, la ténacité de ce filet gazeux très-raréfié et incandescent qui est susceptible de pousser devant lui sans se rompre au premier choc, un corps matériel d'une masse considérable par rapport à la sienne. Ce dernier point mérite d'être repris avec soin.

# BULLETIN SCIENTIFIQUE

## ASTRONOMIE.

### Ed. Mailly. Tableau de l'astronomie dans l'hémisphère austral et dans l'Inde.

M. le D$^r$ Mailly, ancien aide à l'observatoire de Bruxelles, est déjà avantageusement connu du monde savant, soit par ses travaux dans cet observatoire, effectués sous la direction de M. Quetelet, soit par un grand nombre de Notices, rédigées avec soin et avec d'excellents matériaux, sur les observatoires et les institutions scientifiques de la Grande-Bretagne, de l'Italie, de l'Espagne et des États-Unis d'Amérique.

Le volume de 232 pages in-8°, publié à Bruxelles en 1872, que nous annonçons ici, est un travail du même genre sur les observatoires de l'hémisphère austral et de l'Inde anglaise, où l'auteur a recueilli, et subdivisé en 22 chapitres, les renseignements les plus exacts sur ces établissements et leurs directeurs, principalement d'après les publications de la Société astronomique de Londres et le journal allemand des *Astronomische Nachrichten*.

M. Mailly expose d'abord les travaux de Halley en 1677 à l'île Sainte-Hélène; puis ceux de Lacaille, de 1751 à 1753, au cap de Bonne-Espérance. Suivant, en général, l'ordre historique, il parle ensuite de l'observatoire de Paramatta, érigé en 1821, près de Sydney, dans la Nouvelle-Galles du Sud, sous le patronage de sir Thomas Brisbane, et où Rümker et Dunlop ont été les principaux observateurs jusqu'en 1835. Il donne quelques détails sur les travaux de Johnson à l'île Sainte-Hélène de 1829 à 1833, et rend compte successivement de ceux de MM. Fallows, Henderson et Maclear à l'observatoire royal du cap de Bonne-Espérance, à partir de 1821 jusqu'en 1870, où M. Stone y a succédé à sir Thomas

Maclear. Un chapitre spécial est consacré au séjour mémorable de sir John Herschel au cap, de 1834 à 1838, et aux nombreuses et importantes séries d'observations qu'il y a faites à Feldhausen.

M. Mailly parle ensuite de l'observatoire de Madras, fondé vers 1821 par la Compagnie des Indes orientales, et qui a eu successivement pour directeurs Goldingham, Taylor et le capitaine Jacob. M. Pogson a succédé à ce dernier vers 1860, et a déployé la même activité que ses prédécesseurs. Le roi d'Oude avait fondé à Lucknow un observatoire, pourvu d'instruments de premier ordre, et où le lieutenant-colonel Wilcox commença des observations vers le milieu de 1841; mais il mourut en 1848, et le roi supprima l'observatoire, qui a été dévasté lors du siége de Lucknow, et dont les instruments ont été brisés et dispersés.

M. Eyre Burton Powel s'était fait ériger vers 1853, sous les auspices du capitaine Jacob, un petit observatoire particulier à Madras, et il s'y est occupé principalement d'observations d'étoiles doubles. Le Rajah de Travancore en Malabar a aussi fait établir à Trevandrum un observatoire, où M. Caldecott a travaillé en 1843. M. Broun lui a succédé, mais le Rajah a dès lors fait fermer l'observatoire, en accordant une pension à M. Broun.

M. Mailly passe de l'Inde britannique à l'Amérique du Sud, et raconte en détail l'expédition du lieutenant Gilliss au Chili en 1849, et la fondation de l'observatoire de Santiago, où le Dr Moesta a succédé en 1852 à cet actif astronome.

L'auteur rend compte ensuite de la fondation et des travaux déjà exécutés dans les nouveaux observatoires fondés dans les colonies britanniques en Australie depuis Brisbane, savoir: 1° en 1856, celui de Sydney, dirigé successivement par MM. W. Scott et Smalley; 2° l'observatoire particulier de M. John Tebbutt à Windsor, dans la nouvelle Galles du Sud, dont les travaux datent de 1854; 3° l'observatoire de la colonie de Victoria, établi d'abord à Williamstown vers 1853.

transporté 10 ans après à Melbourne, toujours sous la direction de M. Ellery, et où a été établi, en 1869, un grand télescope à réflexion de M. Grubb ; 4° l'observatoire d'Adélaïde, dans l'Australie du Sud, dirigé par M. Charles Todd ; 5° l'observatoire de Hobart-Town, dans l'île de Van Diemen, érigé d'abord, vers 1840, comme la station la plus australe pour l'observation des phénomènes magnétiques et météorologiques, sa latitude Sud étant d'environ 42°52′ d'après les observations du lieutenant Kay ; 6° un observatoire particulier à Hobart-Town, appartenant à M. Francis Abbott, et où il a fait, à partir de 1856, une étude spéciale de l'étoile variable si remarquable $\eta$ du Navire.

L'avant-dernier chapitre de l'ouvrage de M. Mailly est relatif à l'observatoire de Batavia, dans la colonie hollandaise de Java, où M. Oudemans a travaillé de 1857 à 1868; et à celui de Rio-Janeiro, au Brésil, fondé avant 1780 par des astronomes portugais, et où MM. Mouchez, de Mello, Penaud et Liais ont fait successivement de plus récentes observations. Il raconte, enfin, la fondation, en 1870, d'un observatoire national de la république Argentine à Cordoba, sous la direction de l'astronome de New-York Apthorp Gould, qui, avec ses quatre aides, a déjà dressé un catalogue de 4500 étoiles visibles à l'œil nu, comprises entre le pôle Sud et 10° de déclinaison boréale, pour faire suite à l'*Uranographie* de M. Argelander, où il y en a 3256 entre le pôle Nord et 30° de latitude australe.

Un travail bien plus considérable encore a été commencé, il y a sept à huit ans, dans les trois observatoires du Cap, de Madras et de Melbourne, sous le patronage de la Société astronomique de Londres. C'est celui d'une exploration du ciel austral par zones, analogue à celle exécutée à Bonn, pour le ciel boréal, sous la direction de M. Argelander. Les astronomes de ces établissements se sont subdivisé les sections du ciel à observer, et l'on évalue à près de 300000 les étoiles dont la position sera ainsi déterminée.

Nous n'avons guère pu présenter ici qu'une simple énumération des nombreux établissements scientifiques dont il est question dans l'ouvrage de M. Mailly. Ce qui en rend la lecture particulièrement intéressante et instructive, c'est que l'auteur y entre dans l'exposition détaillée de la position et de la structure des observatoires, des instruments qui y sont placés, des travaux astronomiques et géodésiques et des principales circonstances de la vie des astronomes qui y ont été attachés et qui y sont encore. Il cite toujours ses autorités, avec une scrupuleuse exactitude. Cet ouvrage fait bien ressortir la grande activité qui règne maintenant en astronomie pratique, même dans la partie méridionale de notre globe; et en le joignant aux publications antérieures du même auteur, leur ensemble nous fournit de précieux documents sur l'histoire de l'astronomie moderne. A. G.

---

## Ed. Mailly. De l'astronomie dans l'Académie royale de Belgique (1772-1872).

M. Mailly, correspondant de l'Académie royale de Belgique, dont le siége est à Bruxelles, vient aussi d'y publier, en un volume grand in-8° de 208 pages, un extrait relatif à l'astronomie, d'un livre commémoratif du centième anniversaire depuis la fondation de cette Académie des sciences et belles-lettres, qui eut lieu en 1772 sous le règne de l'impératrice d'Autriche Marie-Thérèse.

Ce second ouvrage récent de M. Mailly se compose de 30 paragraphes, formant quatre périodes distinctes par ordre de dates.

La première, comprenant l'intervalle entre 1772 et 1794, présente le relevé des travaux et découvertes astronomiques communiqués à l'Académie par ses membres ordinaires ou étrangers, tels que l'abbé Chevalier, Messier, sir Charles Englefield, Nathaniel Pigott, le baron de Zach, l'abbé Mann, etc. L'Académie commença, dès 1773, à publier un recueil de Mémoires. M. Mailly rappelle que l'illustre famille des Ber-

noulli était originaire d'Anvers, mais qu'elle quitta la Belgique en 1583, pour se soustraire aux persécutions du duc d'Albe, et se réfugia d'abord à Francfort, puis à Bâle.

La seconde période va de 1816, époque du rétablissement de l'Académie par le roi des Pays-Bas, sous le ministère de M. Falck, jusqu'en 1834, époque de l'élection de M. Quetelet comme secrétaire perpétuel, et de l'installation de l'observatoire de Bruxelles sous sa direction. L'Académie continua alors la publication de Mémoires in-4°, et se décida, en janvier 1832, à faire paraître aussi des *Bulletins* détaillés de ses séances, formant maintenant un recueil de plus de 40 volumes in-8°, accompagnés de planches. M. Quetelet commença vers la même époque la publication des *Annales* de son observatoire, dont il y a actuellement 20 volumes grand in-4°, ainsi que celle d'*Annuaires*, soit de l'observatoire, soit de l'Académie, ces derniers contenant des Notices sur les membres décédés.

La troisième période est comprise entre les années 1835 et 1853; c'est une des plus fécondes en travaux des membres de l'Académie, et en communications de ses correspondants. Il y eut, en 1845, une réorganisation dans son sein, qui y introduisit les beaux-arts. La quatrième se rapporte à l'intervalle entre 1854 et 1872.

Nous ne pourrions entrer ici dans plus de détails. Il nous suffira de dire que M. Mailly a réussi, comme dans l'ouvrage précédent, à jeter de l'intérêt sur ses expositions, en en faisant une sorte de répertoire historique des progrès graduels de la science. Il a eu, entre autres, de fréquentes occasions de faire ressortir les éminents services scientifiques qu'à rendus M. Adolphe Quetelet, par son activité infatigable dans l'acquittement de ses fonctions, soit à l'Académie, soit à l'observatoire. Son fils, M. Ernest Quetelet, joue aussi, maintenant, un rôle très-actif dans ce dernier établissement. Comme il a été bien souvent rendu compte dans nos *Archives* des travaux accomplis dans l'observatoire de Bruxelles, nous nous bornerons à citer ici la dernière mention qu'en fait M. Mailly.

en terminant son ouvrage. « Les observations astronomiques, depuis 1857, doivent conduire à un catalogue d'environ 10000 étoiles. Ce catalogue, et la triangulation du royaume, exécutée par les soins du dépôt de la guerre, forment deux vastes entreprises, bien faites pour honorer les hommes qui en ont été les promoteurs, et ceux qui les auront menées à bonne fin. » A. G.

---

## PHYSIQUE.

GLADSTONE et TRIBE. DÉCOMPOSITION DE L'EAU PAR LE ZINC UNI A UN MÉTAL PLUS NÉGATIF. (*Proceedings of the Royal Society*, mars 1872.)

On sait que le zinc parfaitement pur est incapable de décomposer l'eau distillée même à 100° C.; mais à des températures plus élevées il se combine avec l'oxygène. Les auteurs de cette note ont trouvé que cette combinaison peut avoir lieu à une température ordinaire si le zinc est uni avec du cuivre. L'expérience se fait de la manière la plus simple en plongeant d'abord une feuille mince de zinc dans une dissolution étendue de sulfate de cuivre et en la laissant dans la solution jusqu'à ce qu'elle soit recouverte d'une couche de cuivre légèrement spongieux. Puis, après avoir lavé avec soin dans l'eau pure cette feuille ainsi recouverte, on la place dans un flacon d'eau distillée. On aperçoit bientôt des bulles de gaz qu'on constate être de l'hydrogène, et le zinc s'oxyde. Deux expériences continues prolongées pendant des mois, ont donné le même résultat: seulement la quantité d'hydrogène dégagée allait en diminuant: cependant elle variait jusqu'à un certain point avec la température du jour. Vues au microscope les bulles de gaz semblaient partir des petits cristaux de cuivre et non du zinc.

En remplaçant le dépôt de cuivre spongieux sur la feuille de zinc par une couche de platine spongieux, on obtient le même résultat: seulement l'effet beaucoup plus fort au début va rapidement en diminuant.

Le fer et le plomb décomposent également l'eau dans les mêmes circonstances; l'action du magnésium est très-augmentée par sa conjonction avec le cuivre. Ainsi l'effet d'un métal négatif est le même que celui qui résulterait de l'accroissement de la température [1].

---

A. SCHUSTER. SPECTRE DE L'HYDROGÈNE. (*Naturforscher* du 26 octobre 1872.)

Nous avons donné dans notre dernier Numéro les résultats obtenus par M. Schuster, pour le spectre de l'azote. Nous avons vu qu'il avait été amené à ne reconnaître comme tel que le spectre de second ordre, attribuant le spectre cannelé décrit par Plücker et par Morren non point à l'azote pur, mais aux oxydes d'azote. Nous avons annoncé également un autre travail du même auteur, traitant du spectre de l'hydrogène. M. Schuster n'admet, comme M. Angström, qu'un seul spectre de l'hydrogène pur, le spectre aux trois raies brillantes. Il donne le spectre à bandes, décrit par M. Wüllner, pour un spectre de l'acétylène, et pense, comme M. Angström, que le spectre aux six groupes de raies vertes appartient au soufre.

L'auteur fait suivre ces observations des réfléxions que voici :

« Si l'on se demande maintenant quelle signification ces

[1] L'effet dont il s'agit est un effet voltaïque bien connu. Après avoir trouvé en 1830 (*Ann. de Chimie et de Phys.*, t. XLIII, p. 425) ce qui était alors ignoré, que le zinc distillé ne décompose pas même l'eau acidulée, j'avais montré en même temps qu'il suffit de la présence dans le zinc à l'état de mélange, ou simplement sur sa surface, d'un certain nombre de particules d'un métal plus négatif, pour que la décomposition de l'eau ait lieu, parce qu'il se forme une foule de petits couples voltaïques. J'avais remarqué également que c'est sur les molécules du métal négatif que se montrent les bulles d'hydrogène tandis que le zinc s'oxyde. C'est exactement ce qui se passe dans les expériences de MM. Gladstone et Tribe, sauf que l'action est beaucoup plus lente, vu qu'ils opèrent avec de l'eau pure et non avec de l'eau acidulée. A. D. L. R.

résultats ont pour la question des spectres multiples, il convient de remarquer qu'on a confondu en un seul deux points de vue différents. Il y a d'abord des corps qui sont gazeux à la température ordinaire, soit l'azote, l'hydrogène et l'oxygène. La question de la multiplicité des spectres de ces corps doit, dans mon opinion, être tranchée par la négative. Cette manière de voir a été émise dès l'origne par M. Angström ; et ayant obtenu tous les faits observés par Plücker et par M. Wüllner, ce physicien n'y avait jamais vu que le résultat de l'impureté des gaz sur lesquels on opérait. Mais il y a d'autres corps, comme l'iode, le soufre, le brôme, pour lesquels, au moins en ce qui tient à l'iode et au soufre, l'existence des deux spectres distinctes paraît établie par les recherches de M. Salet. L'un de ces spectres est le renversement des raies d'absorption de la vapeur de ces corps, l'autre est le spectre à lignes brillantes. Dans les vapeurs colorées la constitution moléculaire doit être beaucoup plus complexe que dans les gaz, il n'est donc pas étonnant que cette vapeur puisse exercer une absorption qui se rapproche plus de la forme que l'absorption présente dans un liquide, que de celle qu'elle revêt dans un gaz. Elle donnera par transparence des bandes obscures, et devenue lumineuse elle fournira non point un spectre à lignes brillantes, mais un spectre à bandes. En revanche, à une température plus élevée, lorsque la vapeur sera devenue un gaz, le spectre pourra se transformer en un spectre à lignes brillantes. »

## ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

N. JOLY. SUR L'HYPERMÉTAMORPHOSE DE LA PALINGENIA VIRGO A L'ÉTAT DE LARVE ; ANALOGIES DE CETTE LARVE AVEC LES CRUSTACÉS. — (Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse, 7me série, tome III, p. 379, avec une planche [1].)

M. Joly a constaté que la larve de la *Palingenia virgo* n'a, au

[1] Ce mémoire a paru aussi dans les *Annales des Sciences naturelles*, 5me série, tome XV, 1871-72, mais sans planche.

moment où elle vient d'éclore, ni système nerveux visible, ni appareil circulatoire, ni organes de respiration. Les antennes et les soies caudales n'ont pas encore le nombre d'articles et la villosité qu'elles acquerront plus tard. Les branchies apparaissent à une période ultérieure sous la forme de petits cœcums tubuleux placés dans l'angle postérieur des six premiers segments de l'abdomen. Ces branchies tubuleuses se convertissent ensuite en expansions membraneuses qui fonctionnent non-seulement comme organes de respiration active, mais aussi comme organes locomoteurs très-puissants. La circulation, qui s'était d'abord montrée sous la forme d'une simple oscillation du sang, se perfectionne et les contractions du vaisseau dorsal deviennent très-visibles.

Ces faits ont probablement le mérite de la nouveauté en ce qui concerne l'espèce étudiée, mais l'auteur s'est fait illusion lorsqu'il a cru qu'ils étaient nouveaux dans l'histoire des insectes. M. Joly paraît ignorer les travaux relatifs au développement des insectes, qui se sont publiés hors de France dans ces dix dernières années. Il n'a pas connu, en particulier, les remarquables observations de Sir John Lubbock[1], sur le *Chlœon dimidiatum*, Ephémérine voisine de la *Palingenia virgo*. Le savant naturaliste anglais a décrit dans les plus grands détails les nombreuses mues de la larve, l'accroissement du nombre des articles des antennes et des soies caudales, le curieux développement des yeux, l'apparition des organes respiratoires et leur transformation graduelle, etc. Il n'y a pas un des points effleurés par M. Joly qui n'ait déjà été traités de main de maître par Lubbock. Tout semble se passer d'une manière identique chez les deux larves, sauf en ce qui concerne les soies caudales. En effet, M. Joly figure un embryon de *Palingenia*, sorti artificiellement de l'œuf avant l'éclosion, chez lequel on voit les trois soies caudales égales entre elles : chez le Chlœon, au

[1] On the Development of *Chloëon* (Ephemera) *dimidiatum*. Trans. Linn. Soc., vol. XXIV, pages 61-78, pl. XVII et XVIII ; et vol. XXV, pages 477-492, pl. LVIII et LIX.

contraire, il n'existe, dans la toute jeune larve, que les deux filaments latéraux: le filament médian se développe seulement plus tard et graduellement. La métamorphose est donc plus complète, sous ce rapport, chez le Chlœon que chez la Palingenia. Cette différence n'a pas une grande importance et n'aurait pas suffi pour que nous nous arrêtions sur le mémoire de M. Joly; mais les conséquences que l'auteur prétend tirer de ses observations nous semblent être erronées et devoir être combattues.

M. Joly croit avoir découvert un nouveau cas *d'hypermétamorphose*, et veut trouver dans le développement de la Palingenia les preuves d'une transition entre les insectes et les crustacés.

En quoi le développement des larves d'Ephémérines qui se fait d'une manière tellement graduée, sans transformations brusques et accusées, et sans intercalation de formes pupoïdes, en quoi ce développement peut-il se comparer à celui des *Sitaris*, chez lesquels M. Fabre a reconnu l'existence d'une *larve primitive*, d'une *seconde larve*, d'une *pseudo-chrysalide* et d'une *troisième larve*, formes qui marquent autant de phases nettement séparées les unes des autres? Chez les Vésicants il y a des métamorphoses pendant l'état larvaire; chez les Ephémérines il n'y a que des changements de peau accompagnés de ces modifications graduelles qui sont précisément le caractère des insectes *Hemimetabola*. Dans le cas où l'on appliquerait le nom d'hypermétamorphose au développement larvaire, si continu, si nuancé des Ephémérines, quel nom faudrait-il forger pour les curieuses transformations des Ptéromaliens qui ont été décrites par Ganin [1]?

Quant à cette transition des insectes aux crustacés que l'auteur veut établir d'après de vagues analogies entre certains systèmes d'organes, elle nous paraît bien hasardée. L'on peut supposer l'existence d'une souche commune d'où seraient

[1] Beiträge zur Erkenntniss der Entwickelungsgeschichte bei den Insecten. Zeitschr. für wiss. Zool., vol. XIX, 1869, pages 381-451, pl. XXX-XXXIII.

sortis les Insectes et les Myriapodes, tout au moins une partie de ces derniers. Ces deux classes sont reliées dans la nature actuelle par les Orthoptères (Thysanoures) d'un côté et les Chilopodes de l'autre. Les genres qui établissent le pont entre les deux groupes sont les *Nicoletia Campodea*, *Scolopendrella* (Sc. immaculata), et peut-être *Pauropus*. Il est même difficile de décider actuellement si la Scolopendrella doit être rattachée à l'une des classes plutôt qu'à l'autre. Mais les affinités entre les Orthoptères et les Crustacés sont certainement beaucoup plus éloignées et l'on ne doit pas accorder la valeur d'*homologies* à de simples *analogies* superficielles.

A. H.

## BOTANIQUE.

### Dr Ed. Strasburger. Die Coniferen und die Gnetaceen. Iena, 1872.

Après avoir, dans un précédent ouvrage (Die Befruchtung bei den Coniferen. Iena 1869), exposé en détail les diverses phases du phénomène de la fécondation chez plusieurs Conifères, le Dr Strasburger s'est livré à une étude approfondie et comparative de cette famille, ainsi que de celle des Gnetacées. C'est le résultat de longues et laborieuses recherches qu'il vient de résumer dans un volume accompagné de nombreuses planches. La tendance darwinienne nettement prononcée, avec laquelle l'auteur cherche à coordonner toutes ses observations, ajoute encore à l'intérêt déjà grand du sujet.

Le Dr Strasburger part du principe que les caractères morphologiques ne sont que l'expression des circonstances généalogiques des individus ou des groupes d'individus. Si tous les éléments du problème relatifs à chaque être étaient suffisamment connus, la classification naturelle, dans son ensemble, devrait coïncider avec l'arbre généalogique de tous les êtres passés et actuels.

Ne perdant pas de vue cette idée, l'auteur prend l'histoire comparative du développement des organes, comme le seul critère de leur valeur relative.

Les caractères de positions et de fonctions se trouvent donc rejetés au second plan.

L'étude du développement conduit à voir une grande analogie entre les corpuscules du *Welwitschia* et les vésicules embryonnaires des phanérogames supérieures. La même méthode conduit à considérer la plus extérieure des trois enveloppes florales des Gnétacées comme un véritable ovaire, et les deux autres comme l'analogie des téguments d'un véritable ovule. Cela établi, l'enveloppe unique des Conifères se développant de la même façon que l'ovaire des Gnétatées devient elle-même un ovaire, renfermant un seul ovule nu. Par des raisons analogues les productions tardives de l'axe floral, telles que l'écaille fructifère des Araucariées et la cupule de Taxacées deviennent homologues.

Le D^r^ Strasburger ne s'est pas, d'ailleurs, borné à l'examen des organes de reproduction : il a aussi suivi le développement de ceux de la végétation, ainsi que la marche de la germination. Les nombreuses analogies qu'il arrive ainsi à établir, le conduisent, enfin, à grouper toutes les Conifères et Gnétacées en une seule série généalogique faisant suite aux Cycadées, et commençant aux Araucariacées pour se terminer en deux rameaux, d'une part aux Abiétinées, par les pins, cèdres, etc., de l'autre aux Gnétacées, par le Welwitschia.

Voici la traduction des résultats généraux tels que l'auteur les donne à la page 238 :

1° Les fleurs femelles des Conifères et des Gnétacées sont des bourgeons métamorphosés.

2° Toute la fleur est réduite à un ovaire nu et les enveloppes florales distinctes, connues chez les autres phanérogames manquent entièrement.

3° L'enveloppe unique de la fleur des Conifères est homologue de l'enveloppe extérieure des Gnétacées : l'enveloppe extérieure des Gnétacées est l'homologue des carpelles des phanérogames supérieures, elle est donc un ovaire.

4° Cette enveloppe ovarienne entoure, chez les Conifères

un ovule nu, chez les Gnétacées un ovule revêtu d'un ou deux téguments.

5° Ces téguments de l'ovule des Gnétacées sont homologues aux téguments des phanérogames supérieures, mais ils se développent cependant encore de bas en haut, l'intérieur étant de formation postérieure à l'extérieur.

6° Toutes ces enveloppes doivent être considérées comme des produits foliacés.

7° L'extrémité axile du bourgeon devient le *nucléus*.

8° L'enveloppe ovarienne chez les deux familles est formée des deux feuilles carpellaires. Celles-ci naissent séparées et se réunissent bientôt par leurs bords[1]. Dans quelques cas rares, elles sont soudées dès l'origine.

9° Les téguments des Gnétacées sont sans exception également développés à l'origine tout le tour de l'axe floral. Ils peuvent répondre chacun à une seule feuille.

10° Les formations foliaires qui s'intercalent postérieurement sous les feuilles préexistantes dans les Conifères sont de nature discoïde. Elles forment l'écaille fructifère chez les Araucariacées et la cupule des Taxacées, mais elles manquent complétement chez les Gnétacées.

D'après ces résultats il ne paraît pas qu'on puisse conserver pour cette division du règne végétal, le nom de Gymnosperme en opposition à celui d'Angiosperme appliqué aux phanérogames supérieures. D'autre part, les Cycadées, Conifères, Gnétacées se distinguent de toutes les autres phanérogames par leurs *corpuscules* qui en font une classe à part.

Se fondant sur des considérations paléontologiques, l'auteur propose de désigner dorénavant les Cycadées, Conifères et Gnétacées sous le nom d'*Archispermes* (Archispermen), les Angiospermes sous celui des *Metaspermes* (Metaspermen).

[1] L'auteur n'entend pas par là que les deux extrémités d'abord libres se soudent ensuite, mais que ces extrémités libres se trouvent portées plus tard par une base commune.

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

**M. le prof. E. PLANTAMOUR**

PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1872.

---

Le 1er. rosée le matin.

2. à 7 h. soir éclairs à l'Ouest ; plus tard dans la nuit, à minuit, orage accompagné de tonnerres et de grêle et précédé d'un très-fort coup de vent du SSO.

3, le grand Salève est couvert de neige.

7. brouillard le matin

11, il est tombé dans la nuit un peu de neige, à 6 h. du matin la hauteur était de 4 mm. ; cette neige a fondu dans la matinée.

17. gelée blanche le matin ; brouillard jusques vers midi.

19, vent violent du SO. dans la nuit précédente et dans la matinée du 19.

21. brouillard presque tout le jour.

22. idem.

23. brouillard le matin.

*Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM. | mm | MINIMUM. | mm |
|---|---|---|---|
| Le 4 à 10 h. matin .......... | 734,29 | Le 2 à 4 h. après m ........ | 722,59 |
| 7 à 10 h. soir .......... | 736,16 | 5 à 6 h. matin .......... | 732,91 |
| 17 à 10 h. matin .......... | 727,37 | 12 à 4 h. après m......... | 716,52 |
| 21 à 6 h. soir ............ | 727,79 | 19 à 6 h. matin .......... | 718,14 |
| 27 à 10 h. matin .......... | 731,93 | 24 à 2 h. après m. ....... | 719,56 |
| | | 30 à 10 h. soir.... ........ | 709.70 |

# GENÈVE. — NOVEMBRE 1872.

| Jours du mois. | Baromètre. Hauteur moy. des 24 h. | Baromètre. Écart avec la hauteur normale | Température C. Moyenne des 24 heures | Température C. Écart avec la temp. normale | Température C. Minim. | Température C. Maxim. | Tension de la vap. Moy. des 24 h. | Tension de la vap. Écart avec la tension normale. | Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h. | Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm. | Fract. de saturation en millièmes. Minim. | Fract. de saturation en millièmes. Maxim. | Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h. | Pluie ou neige. Nomb. d'h. | Vent dominant. | Clarté moy. du Ciel. | Temp. du Rhône. Midi. | Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale. | Limnimètre à 11 h. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | 0 | 0 | 0 | 0 | millim. | millim. | | | | | mm. | | | | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 727,40 | + 1,05 | + 9,07 | + 2,01 | + 2,9 | +16,2 | 6,32 | —0,11 | 729 | —114 | 530 | 910 | ... | ... | SSO. 1 | 0,07 | 12,4 | + 0,5 | 152 |
| 2 | 724,29 | — 2,07 | +12,46 | + 5,58 | + 7,8 | +16,2 | 6,79 | +0,44 | 629 | —214 | 490 | 780 | ... | ... | SSO. 2 | 0,47 | 12,1 | + 0,3 | 150 |
| 3 | 728,98 | + 2,61 | + 7,78 | + 1,07 | + 5,0 | +13,7 | 5,39 | —0,88 | 690 | —153 | 510 | 800 | 8,9 | 8 | SSO. 1 | 0,72 | — | — | 150 |
| 4 | 733,49 | + 7,11 | + 6,61 | + 0,07 | + 2,3 | +12,7 | 5,52 | —0,67 | 776 | — 68 | 490 | 970 | 2,2 | 2 | variable | 0,22 | 10,5 | — 1,0 | 150 |
| 5 | 732,61 | + 6,22 | + 5,13 | — 1,24 | + 1,5 | + 7,5 | 6,22 | +0,11 | 930 | + 86 | 830 | 960 | 8,7 | 13 | variable | 0,98 | 9,8 | — 1,6 | 150 |
| 6 | 733,40 | + 7,00 | +10,21 | + 4,01 | + 6,0 | +16,6 | 8,54 | +2,50 | 906 | + 62 | 680 | 990 | 0,5 | 1 | variable | 0,69 | 10,7 | — 0,6 | 150 |
| 7 | 735,58 | + 9,17 | + 9,63 | + 3,60 | + 4,4 | +15,0 | 8,12 | +2,15 | 896 | + 52 | 710 | 1000 | ... | ... | variable | 0,69 | 11,3 | + 0,2 | 148 |
| 8 | 735,02 | + 8,59 | +10,11 | + 4,25 | + 8,3 | +14,0 | 7,92 | +2,02 | 860 | + 16 | 740 | 920 | .. | ... | variable | 0,64 | 11,7 | + 0,7 | 147 |
| 9 | 731,33 | + 4,88 | + 9,31 | + 3,62 | + 7,0 | +13,1 | 7,34 | +1,51 | 842 | — 3 | 680 | 970 | ... | ... | variable | 0,87 | 11,9 | + 1,0 | 148 |
| 10 | 721,44 | — 5,03 | + 7,44 | + 1,92 | + 2,9 | +13,0 | 5,32 | —0,44 | 701 | —144 | 590 | 750 | 4,8 | 7 | SSO. 2 | 0,93 | — | — | 148 |
| 11 | 718,56 | — 7,93 | + 1,90 | — 3,46 | + 0,2 | + 3,9 | 4,53 | —1,16 | 872 | + 27 | 700 | 970 | 2,4 | 4 | S. 1 | 0,94 | 10,2 | — 0,4 | 148 |
| 12 | 717,04 | — 9,47 | + 1,74 | — 3,45 | — 0,1 | + 5,6 | 4,60 | —1,02 | 895 | + 50 | 640 | 970 | 0,4 | 2 | variable | 0,91 | 8,2 | — 2,3 | 149 |
| 13 | 718,63 | — 7,90 | + 1,97 | — 3,06 | 0,0 | + 5,8 | 4,01 | —1,54 | 769 | — 76 | 570 | 960 | ... | ... | SSO. 1 | 0,64 | 8,0 | — 2,4 | 149 |
| 14 | 720,92 | — 5,63 | + 2,37 | — 2,49 | + 0,3 | + 6,2 | 3,62 | —1,86 | 682 | —164 | 520 | 770 | ... | ... | SO. 1 | 0,53 | 7,5 | — 2,7 | 146 |
| 15 | 721,94 | — 4,63 | + 1,76 | — 2,94 | — 2,4 | + 7,0 | 3,58 | —1,83 | 702 | —144 | 430 | 930 | ... | ... | variable | 0,66 | 7,8 | — 2,3 | ... |
| 16 | 724,89 | — 1,71 | + 2,74 | — 1,80 | + 0,4 | + 6,0 | 4,85 | —0,50 | 877 | + 31 | 780 | 950 | ... | ... | SSO. 1 | 0,83 | 8,6 | — 1,3 | 146 |
| 17 | 726,53 | — 0,10 | + 2,84 | — 1,54 | — 1,9 | + 5,9 | 4,57 | —0,72 | 810 | — 36 | 610 | 1000 | .. | ... | SSE. 1 | 0,81 | — | — | 145 |
| 18 | 723,77 | — 2,92 | + 5,50 | + 1,28 | + 4,0 | + 7,0 | 4,57 | —0,66 | 691 | —156 | 570 | 800 | 0,5 | 2 | SSO. 2 | 0,99 | 8,3 | — 1,4 | 142 |
| 19 | 719,14 | — 7,58 | + 5,68 | + 1,62 | + 3,0 | + 8,0 | 5,41 | +0,24 | 791 | — 56 | 710 | 830 | 3,7 | 5 | SO. 2 | 0,98 | 8,0 | — 1,6 | 142 |
| 20 | 723,21 | — 3,54 | + 8,93 | + 5,02 | + 6,2 | +12,0 | 7,41 | +2,30 | 870 | + 23 | 740 | 940 | 7,1 | 8 | variable | 0,97 | 8,4 | — 1,1 | 144 |
| 21 | 727,07 | + 0,29 | + 8,33 | + 4,57 | + 7,0 | + 9,8 | 7,84 | +2,79 | 957 | +109 | 900 | 990 | 16,2 | 9 | variable | 1,00 | 8,6 | — 0,7 | 144 |
| 22 | 725,05 | — 1,76 | + 8,37 | + 4,76 | + 7,3 | +13,0 | 7,67 | +2,67 | 941 | + 93 | 800 | 970 | ... | ... | N. 1 | 0,91 | 8,6 | — 0,6 | 144 |
| 23 | 721,44 | — 5,40 | + 7,25 | + 3,79 | + 4,5 | +11,0 | 7,18 | +2,23 | 941 | + 92 | 810 | 1000 | ... | ... | variable | 0,86 | 8,6 | — 0,5 | 144 |
| 24 | 719,79 | — 7,08 | + 8,63 | + 5,32 | + 6,7 | +10,9 | 7,78 | +2,88 | 934 | + 85 | 830 | 980 | 2,4 | 5 | SO. 1 | 0,96 | | — | 144 |
| 25 | 724,00 | — 2,90 | +11,50 | + 8,33 | + 8,0 | +15,4 | 6,79 | +1,94 | 682 | —168 | 460 | 800 | ... | .. | SO. 1 | 0,46 | 9,6 | + 0,7 | 144 |
| 26 | 728,69 | + 1,76 | +10,67 | + 7,65 | + 9,8 | +12,4 | 7,37 | +2,57 | 781 | — 69 | 710 | 840 | 1,9 | 4 | SSO. 1 | 1,00 | 9,5 | + 0,8 | 142 |
| 27 | 730,40 | + 3,44 | +12,41 | + 9,53 | +10,2 | +14,4 | 8,47 | +3,72 | 792 | — 59 | 690 | 860 | 1,2 | 2 | SO. 1 | 0,87 | 9,4 | + 0,8 | ... |
| 28 | 725,80 | — 1,20 | +12,08 | + 9,34 | + 8,7 | +15,9 | 6,77 | +2,07 | 663 | —188 | 490 | 870 | 3,9 | 4 | SSO. 2 | 0,68 | 9,0 | + 0,5 | 140 |
| 29 | 724,38 | — 2,65 | + 8,93 | + 6,34 | + 6,5 | +11,4 | 6,08 | +1,43 | 719 | —133 | 530 | 840 | 2,7 | 5 | SSO. 1 | 0,86 | 8,7 | + 0,3 | 140 |
| 30 | 713,57 | —13,50 | + 8,30 | + 5,85 | + 7,1 | +13,1 | 7,14 | +2,53 | 883 | + 30 | 730 | 930 | 8,0 | 8 | variable | 0,91 | 8,6 | + 0,3 | 140 |

# MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1872.

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 730,78 | 731,24 | 731,16 | 730,58 | 729,84 | 729,71 | 730,20 | 730,18 | 730,17 |
| 2e » | 721,29 | 721,76 | 722,08 | 721,74 | 721,39 | 721,45 | 721,59 | 721,86 | 721,87 |
| 3e » | 724,48 | 724,71 | 724,89 | 724,39 | 723,79 | 723,55 | 723,36 | 723,59 | 723,63 |
| Mois | 725,52 | 725,90 | 726,04 | 725,57 | 725,01 | 724,90 | 725,05 | 725,21 | 725,22 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | + 6,76 | + 7,34 | + 9,87 | +11,65 | +12,05 | +10,70 | + 9,08 | + 8,45 | + 7,64 |
| 2e » | + 1,98 | + 2,33 | + 3,95 | + 5,06 | + 5,96 | + 5,03 | + 4,21 | + 3,70 | + 3,47 |
| 3e » | + 8,38 | + 8,64 | + 9,96 | +11,09 | +11,44 | +10,74 | +10,24 | + 9,77 | + 9,80 |
| Mois | + 5,71 | + 6,10 | + 7,93 | + 9,27 | + 9,82 | + 8,83 | + 7,85 | + 7,31 | + 6,97 |
| **Tension de la vapeur.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 6,41 | 6,71 | 7,08 | 6,87 | 6,77 | 6,88 | 6,78 | 6,69 | 6,84 |
| 2e » | 4,65 | 4,65 | 4,83 | 4,76 | 4,80 | 4,77 | 4,74 | 4,80 | 4,76 |
| 3e » | 7,13 | 7,23 | 7,27 | 7,26 | 7,26 | 7,46 | 7,47 | 7,55 | 7,46 |
| Mois | 6,06 | 6,20 | 6,39 | 6,30 | 6,28 | 6,37 | 6,33 | 6,35 | 6,35 |
| **Fraction de saturation en millièmes.** | | | | | | | | | |
| 1re décade | 875 | 876 | 783 | 669 | 638 | 714 | 776 | 796 | 858 |
| e » | 876 | 849 | 790 | 712 | 681 | 718 | 757 | 798 | 804 |
| 3e » | 870 | 867 | 805 | 752 | 734 | 782 | 807 | 841 | 828 |
| Mois | 874 | 864 | 793 | 711 | 684 | 738 | 780 | 812 | 830 |

| | Therm. min. | Therm. max. | Clarté moy. du Ciel. | Température du Rhône. | Eau de pluie ou de neige. | Limnimètre. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | 0 | mm | cm |
| 1re décade | + 4,81 | +13,80 | 0,63 | +11,30 | 25,1 | 149,3 |
| 2e » | + 0,97 | + 6,74 | 0,83 | + 8,33 | 14,1 | 145,7 |
| 3e » | + 7,58 | +12,73 | 0,85 | + 8,96 | 36,3 | 142,4 |
| Mois | + 4,45 | +11,09 | 0,75 | + 9,46 | 75,5 | 145,9 |

Dans ce mois, l'air a été calme 4,44 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,21 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 34,0 O., et son intensité est égale à 60,0 sur 100.

# TABLEAU

DES

# OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

## FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

## LE MOIS DE NOVEMBRE 1872.

Le 2, brouillard depuis 2 h. après midi.
3, brouillard tout le jour.
4, brouillard jusqu'à 5 h. du soir, clair dans la soirée.
5, idem, l'après-midi et le soir.
8, idem, le matin.
9, 10, 11, brouillard tout le jour.
12, brouillard le matin et le soir.
13, 14, 15 16, brouillard tout le jour.
17, brouillard le matin.
18, 19, 29, 21, 22, 23, 24, 25, brouillard tout le jour; chutes fréquentes de neige.
30, brouillard tout le jour.

### *Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.*

| MAXIMUM | mm | MINIMUM. | mm |
|---|---|---|---|
| | | Le 3 à 6 h. matin | 561,05 |
| Le 7 à 10 h. soir | 573,00 | 12 à 2 h. après midi | 549,94 |
| 17 à 10 h. soir | 559,77 | 19 à 8 h. matin | 555,01 |
| 21 à 10 h. soir | 566,46 | 25 à 6 h. soir | 559,69 |
| 27 à 10 h. matin et midi | 569,24 | 30 à 10 h. soir | 553,24 |

# SAINT-BERNARD. — NOVEMBRE 1872.

| Jours du mois. | Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures. | Baromètre. Écart avec la hauteur normale. | Baromètre. Minimum. | Baromètre. Maximum. | Température C. Moyenne des 24 heures. | Température C. Écart avec la température normale. | Température C. Minimum* | Température C. Maximum* | Pluie ou neige. Hauteur de la neige. | Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h. | Pluie ou neige. Nombre d'heures. | Vent dominant. | Clarté moyenne du Ciel. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | millim. | millim. | millim. | millim. | o | o | o | o | millim. | millim | | | |
| 1 | 567,37 | + 4,07 | 566,49 | 568,28 | + 3,50 | + 6,66 | + 0,7 | + 6,3 | ..... | ..... | .... | calme | 0,00 |
| 2 | 564,10 | + 0,87 | 563,36 | 565,05 | — 2,42 | + 0,88 | — 4,6 | + 0,2 | 25 | 3,0. | .... | SO. 1 | 0,56 |
| 3 | 562,70 | — 0,46 | 561,05 | 565,07 | — 7,42 | — 3,98 | — 8,4 | — 5,9 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,94 |
| 4 | 566,69 | + 3,59 | 566,07 | 567,71 | — 6,07 | — 2,49 | — 8,5 | — 2,3 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,63 |
| 5 | 568,19 | + 5,15 | 567,72 | 568,50 | + 0,64 | + 4,36 | — 1,4 | + 3,2 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,80 |
| 6 | 569,91 | + 6,93 | 568,51 | 570,98 | + 0,39 | + 4,25 | — 0,8 | + 1,7 | ..... | .... | .... | NE. 1 | 0,73 |
| 7 | 572,43 | + 9,51 | 571,38 | 573,00 | + 2,64 | + 6,63 | + 0,6 | + 5,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,03 |
| 8 | 571,90 | + 9,04 | 571,61 | 572,71 | + 4,19 | + 8,31 | + 1,6 | + 8,0 | .... | ..... | .... | calme | 0,20 |
| 9 | 568,39 | + 5,59 | 566,27 | 570,09 | + 3,18 | + 7,43 | + 1,0 | + 6,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,87 |
| 10 | 557,13 | — 5,62 | 554,05 | 561,74 | — 3,66 | + 0,72 | —11,1 | + 0,1 | ..... | ..... | .... | NE. 2 | 0,96 |
| 11 | 551,75 | —10,95 | 561,33 | 552,24 | —12,24 | — 7,73 | —13,0 | —10,6 | ..... | ..... | .. . | NE. 2 | 1,00 |
| 12 | 550,25 | —12,40 | 549,94 | 551,09 | —12,70 | — 8,05 | —13,2 | —11,6 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,40 |
| 13 | 552,42 | —10,18 | 550,35 | 554,19 | —13,00 | — 8,22 | —14,9 | —10,7 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,80 |
| 14 | 554,26 | — 8,29 | 553,45 | 555,42 | —12,07 | — 7,17 | —13,6 | —10,2 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,97 |
| 15 | 555,91 | — 6,59 | 553,63 | 558,36 | —12,03 | — 7,01 | —13,0 | —11,0 | 95 | 10,5. | .... | SO. 1 | 0,96 |
| 16 | 558,87 | — 3,59 | 558,14 | 559,14 | — 9,80 | — 4,66 | —11,4 | — 8,1 | 80 | 4,7. | .... | SO. 1 | 0,92 |
| 17 | 559,49 | — 2,93 | 558,58 | 559,77 | —10,39 | — 5,13 | —11,2 | — 8,9 | ..... | ..... | .... | NE. 1 | 0,66 |
| 18 | 558,40 | — 3,98 | 557,90 | 559,20 | — 8,57 | — 3,19 | —10,2 | — 7,2 | 65 | 5,5. | .... | NE. 1 | 0,87 |
| 19 | 556,93 | — 5,41 | 555,01 | 559,75 | — 4,73 | + 0,76 | —10,3 | — 1,5 | 110 | 9.3. | .... | variable | 0,91 |
| 20 | 562,67 | + 0,37 | 560,74 | 564,14 | — 2,21 | + 3,39 | — 5,0 | + 1,0 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,88 |
| 21 | 565,48 | + 3,22 | 564,14 | 566,46 | — 3,22 | + 2,49 | — 3,5 | — 2,4 | ..... | ..... | .... | SO. 2 | 1,00 |
| 22 | 564,92 | + 2,69 | 564,54 | 565,57 | — 4,36 | + 1,46 | — 4,8 | — 3,6 | 115 | 24,9. | .... | SO. 2 | 1,00 |
| 23 | 562,43 | — 0,24 | 561,65 | 563,44 | — 3,88 | + 2,05 | — 5,0 | — 2,7 | 75 | 9,2. | .... | SO. 2 | 0,99 |
| 24 | 560,02 | — 2,13 | 559,69 | 560,44 | — 3,27 | + 2,76 | — 3,6 | — 2,6 | 40 | 3,6. | .... | SO. 2 | 0,98 |
| 25 | 563,17 | + 1,05 | 561,39 | 564,43 | — 3,89 | + 2,24 | — 4,6 | — 2,6 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,77 |
| 26 | 566,73 | + 4,64 | 565,28 | 568,26 | — 1,22 | + 5,01 | — 5,2 | + 0,2 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,67 |
| 27 | 568,70 | + 6,61 | 568,46 | 569,24 | + 2,44 | + 8,77 | + 1,0 | + 4,7 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,83 |
| 28 | 564,65 | + 2,62 | 563,32 | 566,59 | + 1,44 | + 7,87 | + 1,4 | + 4,9 | ..... | ..... | .... | SO. 1 | 0,09 |
| 29 | 560,77 | — 1,23 | 559,93 | 561,52 | — 3,54 | + 2,99 | — 7,1 | 0,0 | .... . | ..... | .... | NE. 1 | 0,73 |
| 30 | 555,16 | — 6,81 | 553,24 | 557,16 | — 4,88 | + 1,75 | — 5,4 | — 3,9 | ..... | ..... | .... | variable | 1,00 |

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

# MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1872.

---

| | 6 h. m. | 8 h. m. | 10 h. m. | Midi. | 2 h. s. | 4 h. s. | 6 h. s. | 8 h. s. | 10 h. s. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Baromètre.** | | | | | | | | | |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 1re décade | 567,14 | 567,37 | 567,55 | 567,07 | 566,78 | 566,77 | 566,63 | 566,70 | 566,71 |
| 2e « | 555,34 | 555,92 | 556,13 | 556,09 | 556,05 | 556,24 | 556,37 | 556,64 | 556,85 |
| 3e « | 563,36 | 563,59 | 563,69 | 563,48 | 563,19 | 563,10 | 563,03 | 563,04 | 563,10 |
| Mois | 561,95 | 562,29 | 562,46 | 562,22 | 562,01 | 562,01 | 562,01 | 562,13 | 562,22 |
| **Température.** | | | | | | | | | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1re décade | — 0,57 | — 0,07 | + 0,50 | + 1,48 | + 1,21 | — 0,38 | — 1,23 | — 1,96 | — 1,70 |
| 2e « | —10,81 | —10,14 | — 9,47 | — 8,82 | — 8,33 | — 9,41 | — 9,68 | — 9,83 | — 9,78 |
| 3e « | — 3,24 | — 3,13 | — 1,99 | — 1,23 | — 1,06 | — 1,78 | — 2,20 | — 2,71 | — 2,79 |
| Mois | — 4,87 | — 4,41 | — 3,65 | — 2,86 | — 2,73 | — 3,86 | — 4,37 | — 4,83 | — 4,76 |

| | Min. observé.* | Max. observé.* | Clarté moyenne du Ciel. | Eau de pluie ou de neige. | Hauteur de la neige tombée. |
|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 0 | | mm | mm |
| 1re décade | — 3,09 | + 2,35 | 0,57 | 3,0 | 25 |
| 2e « | —11,58 | — 7,88 | 0,84 | 30,0 | 350 |
| 3e « | — 3,68 | — 0,80 | 0,81 | 37,7 | 230 |
| Mois | — 6,12 | — 2,11 | 0,74 | 70,7 | 605 |

Dans ce mois, l'air a été calme 16,29 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,78 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45 O., et son intensité est égale à 13,3 sur 100.

* Voir la note du tableau.

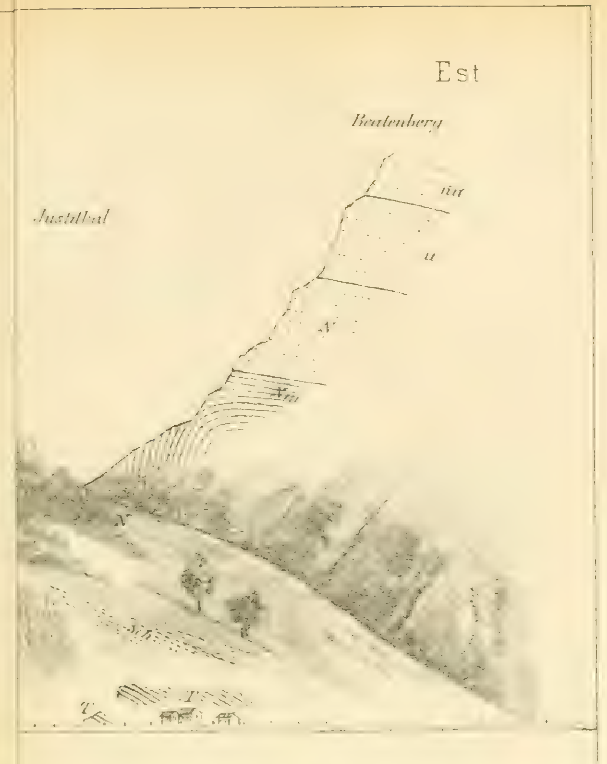
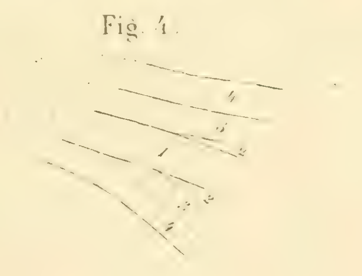
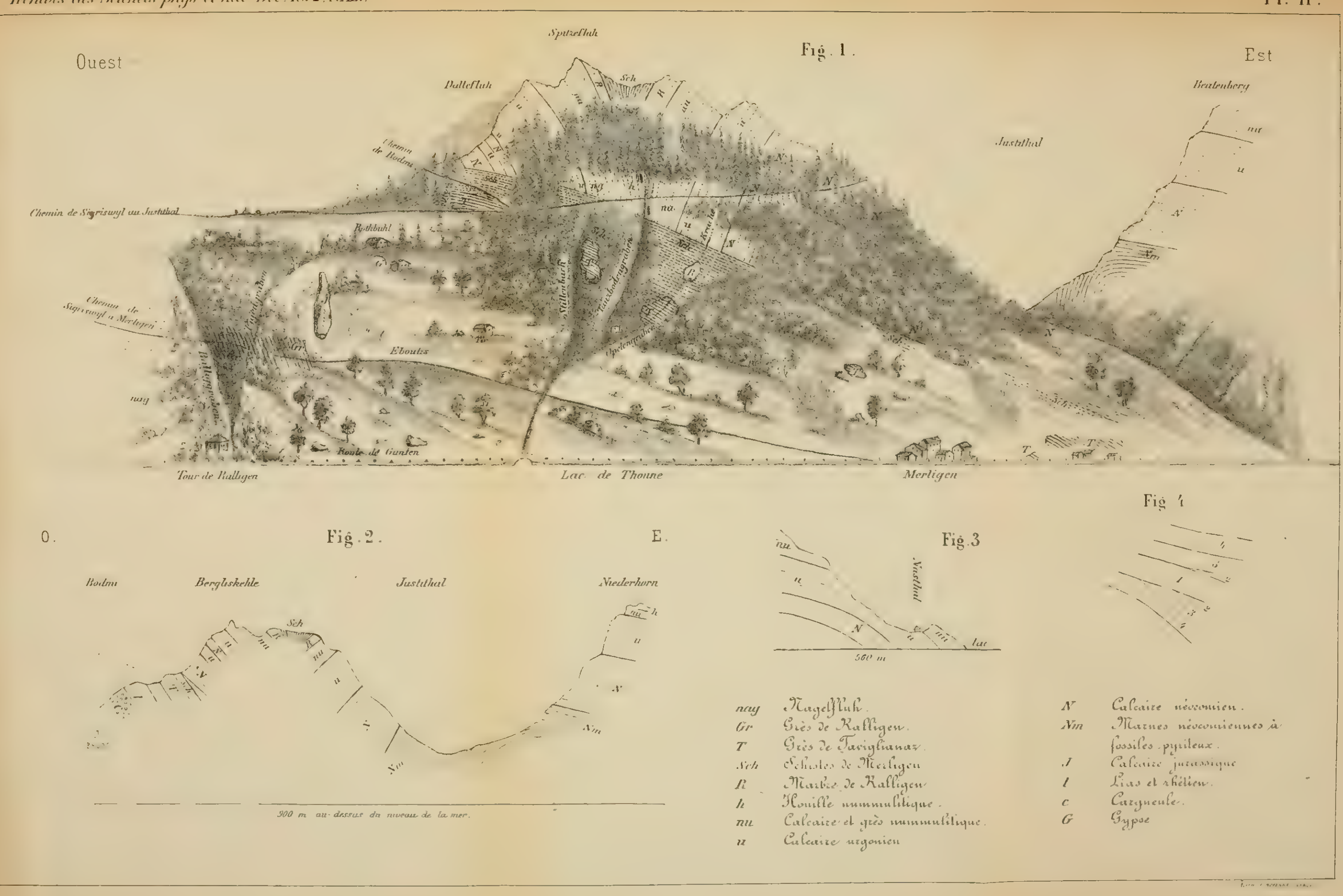



Fig. 4.




| | |
|---|---|
| N | Calcaire néocomien. |
| Nm | Marnes néocomiennes à fossiles pyriteux. |
| J | Calcaire jurassique |
| l | Lias et rhétien. |
| c | Cargneule. |
| G | Gypse |

LITH. F. NOVEMRAZ, GENÈVE


Fig. 1.
Ouest
Est
Spitzefluh
Dallefluh
Beatenberg
Justithal
Chemin de Bodmi
Chemin de Sigriswyl au Justithal
Rothbuhl
Chemin de Sigriswyl a Merligen
Eboulis
Route de Gunten
Tour de Ralligen
Lac de Thoune
Merligen
Fig. 2.
O.
E.
Bodmi
Bergliskehle
Justithal
Niederhorn
900 m au dessus du niveau de la mer.
Fig. 3
lac
500 m
Fig. 4
nag Nagelfluh.
Gr Grès de Ralligen.
T Grès de Taviglianaz.
Sch Schistes de Merligen
R Marbre de Ralligen
h Houille nummulitique.
nu Calcaire et grès nummulitique.
u Calcaire urgonien
N Calcaire néocomien.
Nm Marnes néocomiennes à fossiles pyriteux.
J Calcaire jurassique
l Lias et rhétien.
c Cargneule.
G Gypse

# TABLE DES MATIÈRES

## CONTENUES DANS LE TOME XLV (NOUVELLE PÉRIODE)

## 1872. — Nos 177 à 180.

Pages

---

## BULLETIN SCIENTIFIQUE.

### ASTRONOMIE.

## PHYSIQUE.



## CHIMIE.



## MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.



## ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

## BOTANIQUE.



---

## OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard



---

# TABLE DES AUTEURS

POUR LES

# ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

SUPPLÉMENT

## A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

**ANNÉE 1872. Tomes XLIII à XLV (Nouvelle période)**

### A



### B



### C

R



S

